ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十一卷　　第三期

目　次

氣候環境與成熟期對水稻胴割粒之影響 ……趙政男…225

密度處理對不同粒型玉米青割及子粒產量之影響 ……謝光照　盧煌勝…233

巴拉刈及嘉磷塞噴施期和噴施法對玉米生長與產量之影響（英文） ……楊純明　張富洲　白麗花　洪秀寶　梁千秀…241

臺灣本地種桃樹的低溫需求量評估 ……歐錫坤…251

番石榴採收時期果實品質影響之研究 ……王武彰…261

愛玉單偽結果之誘導 ……鍾志明…271

梨次病毒之瓜苗檢定（簡報） ……楊一郎…276

利用合成土壤添加物防治百合白絹病之研究 ……杜金池　謝廷芳　蔡武雄…280

田間釋放玉米螟赤眼卵蜂（*Trichogramma ostriniae*）防治亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）效果評估 ……余志儒　陳健忠　周樑鎰…295

中華民國八十一年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

氣候環境與成熟期對水稻胴割粒率之影響[1]

趙 政 男[2]

摘要：本試驗目的在於探討稻穀胴割粒率受氣候環境因子與成熟期的影響，初步結果顯示，同一品種在相同的栽培管理與收穫調製下，因年度與期作不同，可顯示不等的胴割粒率，除年度間有明顯差異外，期作間亦有極顯著差異，一期作較二期作平均高出17％。造成此種差異之主要原因，可能係受氣候環境因子之影響所致。不同成熟時期對稻谷胴割粒率之影響，則顯示胴割粒在田間稻谷收穫前已可在稻株上發生，早者在抽穗後25日左右即可發現，而大部份品種在抽穗後30至35日間均可發生。其發生率隨著收穫期的延後或谷粒成熟度的增加亦隨之提高。而早熟性品種其胴割粒的發生率似有高於中晚熟品種之趨勢。至於谷粒著生位置與胴割粒率間之相關性，則顯示出著生於穗頂部的谷粒，不但其胴割粒之發生期早於其他部位，且其發生率亦明顯地高於其他部位。其穗之上、中、下三段穀粒之胴割粒發生率，依序分別爲5.36％，3.46％與1.98％。

關鍵詞：氣候環境因子、成熟期、胴割粒。

胴割粒是造成碎米率增加，導致完整米率降低之主要原因[1,10]，而碎米率與完整米率之高低是決定稻米商品價值與食用品質之主要因素之一[4,16,18]。因此在稻米品質分級上，胴割粒率被視爲一項重要的指標性狀。故如能降低碎米率以提高完整米率，則無形中可增加白米之商品量，且可提昇白米的商品價值與食用品質。因此如何減少碎米率，來提高完整米率，便成爲整個水稻良質米生產栽培過程中不可忽視的一環。

欲降低碎米率以提高完整米率，首要條件便是設法減輕胴割粒的發生。而瞭解胴割粒之成因，才能對降低胴割粒率提出有效之解決方法。影響胴割粒的成因很多，往昔均認爲係受收穫時期[8,13]，收穫時之機械打傷[1,11,12]，乾燥不當（高溫與急速乾燥）[6,9,13,19,23]，及稻谷含水量與儲藏環境（乾燥後再度吸水受潮）[1,11,14]等外在因子之影響，且均僅著重於收穫及收穫後加工調製因子之影響研究。至於收穫前期即稻谷在成熟過程中所受氣候環境或是栽培技術等因子之影響，對稻谷在植株上所發生的胴裂情形所知甚爲有限，而其對收穫後加工調製時所發生稻米斷裂米粒比率之高低卻有直接且不容忽視之影響。

1986年日本之報告[15]曾指出，同一品種在相同的栽培管理條件下，因不同年度而約有8.0～16.0％之差異。造成此種差異之主要原因，除受收穫後乾燥調製因子之影響外，成熟期間受到不同氣候環境因子之影響似是其主要原因。該報告進一步指出在水稻成熟期間若發生異常高溫，及驟雨後又受強烈日照急速乾燥之影響，均容易導致胴割粒之發生。又水稻之開花習性是由上而下，1981年日人Yoshida[21]指出，一穗自始花至終花需時7～10天，同一株內所有分蘗之花期更需時10～14天始能完成。以是造成植株內稻谷成熟度的不一致性。因此收穫期的早晚不獨影響到稻谷產量及稻米品質之良窳，且將造成稻谷在收穫前即已在植株上發生胴裂現象。有鑑於本省稉稻的碾米率及完整米率等碾米品

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1625 號。本研究承行政院農業委員會補助經費，文稿承嘉義農業試驗分所農藝系主任陳一心博士與植保系系主任鄭清煥博士斧正，謹致謝忱。
2. 嘉義農業試驗分所農藝系，助理研究員。臺灣省　嘉義市。

質均較日本引進品種爲低（1986，郭）[3]，爲改良提昇本省稻米的碾米品質，本研究擬從氣候環境因子與成熟期來探討其對稻穀胴割粒率之影響，以提供今後良質米品種之選育及其生產栽培時之參考。

材料與方法

一、氣候環境因子對稻穀胴割粒率之影響：

以本省主要推廣栽培品種臺農67號、臺農70號、臺中189號、臺南9號、高雄142號等五個品種爲供試材料。自民國76年第一期作起至78年第二期作止，連續三年六期作，在同一試驗地上以相同之栽培管理，來探討同一品種在不同年度與期作間因氣候環境因子之差異，對稻米胴割粒率所造成之影響。試驗採隨機排列，重複二次，每品種每重複挿植10行，每行10株，行株距25×20公分，單本植，生育期間之栽培管理均按慣行方法實施，適期收穫，收穫後利用40°C之定溫箱乾燥，直至稻谷含水量達13%時做爲測試材料。胴割粒之測定是將供試材料先以Satake碾米機，依一般標準脫殼碾成糙米（重複碾兩次），而後每品種各取充分成熟的糙米500粒供檢定。所用胴割粒檢定器爲日本製「胴割一チエツカーDC50型」。胴割粒之鑑定標準，是只要在米粒上呈現有斷裂紋者即視爲胴割粒，而不論其斷裂紋的長短與斷裂紋數的多寡。

二、不同成熟時期對稻穀胴割粒率之影響：

按品種類型及成熟期早晚，分別選取越光、臺農67號、臺農70號、臺農秈20號、臺中在來一號等五個秈稉稻品種爲供試材料，採隨機排列，重複2次，每品種每重複挿植50行，每行10株，行株距25×20公分，單本植，生育期間之栽培管理均依慣行法實施。屆抽穗期時，每日定時巡視調查，在穗頸完全抽出劍葉葉鞘之穗上，分別加以掛牌標示日期，每品種每重複掛牌標示60穗，而後分別於抽穗後25日、30日、35日、40日、45日等五個不同成熟期收穫，每時期採收12穗。收穫後隨即於試驗室內進行稻谷水分測定及胴割粒之檢視。胴割粒之測定爲避免受碾米機或其他人爲因子之影響，稻谷之去殼工作完全以手剝爲之，盡可能減少外力的影響。每品種每重複的每一成熟時期調查五穗。調查時又爲探討谷粒著生位置對胴割粒率之影響，每穗按三等份劃分成上、中、下等三部份來分別調查。胴割粒之鑑定標準及使用檢視器均比照試驗一。

結果與討論

一、試驗期間之氣候概況：

1986年日本之報告[15]曾指出水稻在成熟期間若發生異常高溫，及成熟期間驟雨後又受充足之日照急速乾燥，均容易導致稻米胴割粒之發生。因此氣候環境因子爲影響稻米胴割粒發生與否，及其發生胴裂程度輕重之主要因素之一。本試驗期間之氣候環境概況如表一，由表中可看出，試驗期間每年之5月至10月其平均氣溫均在26°C以上，最高氣溫更高達30.1°C～33.3°C。全年之降雨量與降雨數又集中於這幾個月中，除10月份之降雨量與降雨日數較低外，其餘5月至9月份之降雨量均高達174㎜～513㎜，每月之平均降雨日數爲11天～18.5天。每天的平均日照時數爲3.3至4.15小時，除略低於一、二月間外，亦明顯較其他月份爲高。而嘉南地區之水稻栽培曆，一期作之成熟收穫期約在5月至6月，二期作則在9月至10月。因此，嘉南地區之水稻成熟收穫期，可說完全處在高溫多濕且日照充足之氣候環境下。且一期作顯然較二期作處於更高溫多濕的氣候環境下。在此種氣候環境下，因成熟期之稻谷在田間遭受日光及雨水或露水等乾濕狀況相互輪流交替循環之刺激，易導致成熟稻谷在田間收穫前之植株上即已發生胴裂現象[20]。

二、胴割粒率在同品種不同年度與期作間之差異：

爲探討同一品種之胴割粒率在不同年度與期作間之差異，利用本省五個良質米品種，自民國76年

第一期作起民國78年第二期作止，在同一塊試驗地上利用相同之栽培管理與收穫調製齊一之條件下，連續三年六期作的調查結果示如表二，由表中可看出，第一期作之胴割粒率顯然地高於第二期作，兩期作間之差異由12.47%至21.87%，平均達17.0%。五個供試品種均呈現相同趨勢。經綜合變方分析結果如表三，由表中可看出除年度、期作與品種間之F值均達極顯著水準外，年度×期作、年度×品種、期作×品種及年度×期作×品種等之交感作用亦均分別達極顯著水準。由上述結果顯示，胴割粒率除在品種、年度與期作間有極顯著差異外，同品種之胴割粒率亦因栽培年度與期作之不同，而顯出不等程度之差異。類似結果，日本1986年[15]已有相同之報告。造成同品種之胴割粒率在不同年度與期作間有不同反應之現象，除受到栽培管理與收穫調製上之差異影響外，不同年度與期作間氣候環境因子之差異，可能才是導致同品種之胴割粒率在不同年度與期作間發生明顯差異之主要原因。本省水稻之栽培一年兩期，雖一、二期作水稻生育期間之氣候環境因子有異，但整個水稻之成熟收穫期，在嘉義地區可說完全處於高溫多濕的氣候環境下，且一期作的成熟收穫期（5月至6月），顯然較二期作（9月至10月）處於更高溫多濕的氣候條件下（見表一）。依日本1986年之報告[15]，此種高溫多濕及日照充足之氣候條件容易誘導胴割粒之發生。據此推論，本省第一期作之胴割粒率高於第二期作，且同品種在相同的栽培管理與收穫調製齊一之條件下，胴割粒率在年度間產生明顯之差異現象，其主要原因似是受水稻成熟收穫期間氣候環境因子之差異影響所致。

表一、試驗期間之農業氣象概況

Table 1. Agroclimatic records at Chiayi area during 1987—1989.

	Temperature °C			Rainfall	Raining days	Sun shine
	Maxi.	Mini.	Average	mm/per M.	dys/per M.	hrs/per D.
Jan.	21.65	12.80	17.25	28.90	5.50	4.15
Feb.	22.90	13.30	18.10	15.40	3.50	4.15
Mar.	24.65	15.50	20.10	98.80	10.00	2.95
Apr.	26.65	18.55	22.75	94.15	7.00	3.25
May	30.95	23.15	27.05	185.70	11.00	3.53
Jun.	32.40	24.85	28.65	177.35	14.50	3.95
Jul.	33.30	25.50	29.40	426.30	18.50	4.15
Aug.	33.10	24.55	28.85	513.40	18.00	3.90
Sep.	31.15	23.55	27.40	174.65	17.50	3.30
Oct.	30.10	22.25	26.20	14.00	4.50	3.80
Nov.	26.45	17.50	22.00	8.30	2.50	2.40
Dec.	22.36	12.24	17.34	9.50	3.00	2.42

表二、年度與期作間胴割粒率之差異

Table 2. Differences in the rate of cracked kernel among years and crop seasons.

Variety	1987		1988		1989		Average		Difference
	1st. crop	2nd. crop	1st. crop	2nd. crop	1st. crop	2nd. crop	1st. crop	2nd. crop	between 1st. and 2nd. crop
Tainung 67	47.50	19.70	41.50	18.00	39.00	24.70	42.67	20.80	21.87
Tainung 68	49.30	25.70	42.30	32.30	46.00	31.30	45.87	29.77	16.10
Tainung 70	38.80	11.20	21.70	22.80	29.70	18.80	30.07	17.60	12.47
Taichung 189	44.30	24.30	38.30	27.00	45.00	16.70	42.53	22.67	19.86
Tainan 9	43.70	21.40	22.00	20.50	48.70	28.30	38.13	23.40	14.73
Average	44.72	20.46	33.16	24.12	41.68	23.96	39.85	22.85	17.00

表三、年度與期作間胴割粒率之綜合變方分析

Table 3. Analysis of variance on the rate of cracked kernel among years and crop seasons.

Source of variation	D.F.	Mean Squares	F-Value
Years(Y.)	2	328.87	12.41**
Crop Seasons(S.)	1	13,022.01	491.33**
Variety(V.)	4	905.61	34.17**
Y×S	2	879.36	33.18**
Y×V	8	175.73	6.63**
S×V	4	132.70	5.01**
Y×S×V	8	162.61	6.14**

** : Significant at 1% level.

三、不同成熟期對稻谷胴割粒率之影響：

不同成熟期間胴割粒率之變異示如表四，由表中可看出，供試的五個品種中，抽穗後25日之處理除臺中在來一號顯示有1.59%之胴割粒率外，其他四個供試品種均未有胴割粒發生，待到抽穗後30日之處理時，除日本品種越光尙未發現外，其餘四個品種均已分別有0.12%（臺農秈20號）至4.21%（臺中在來一號）等不同程度之發生率。其中越光要到抽穗後40日時才有2.21%之發生率。由初步所得結果顯示，絕大部份品種在抽穗後30至35日間，稻谷在田間未收穫前之成熟過程中，即已有胴割粒之發生。而後隨著收穫期的延後或谷粒成熟度的增加，胴割粒之發生率亦隨之提高，各類型品種所表現的結果相當一致。在供試的五個品種中，臺中在來一號除自抽穗後25日起即已顯示有胴割粒之發生外，其各成熟階段所顯現的胴割粒率又高於其他品種。而由日本引進品種越光，雖然要到抽穗後40日時才有胴割粒之發生，但其抽穗後40日與45日之發生率，除略低於臺農67外亦明顯地高於其他二品種。在供試的五個品種中，臺中在來一號及越光係屬早熟性品種，而其他三個品種分別爲中晚熟或晚熟品種。由是推論，早熟性品種胴割粒之發生率似有高於中晚熟或晚熟品種趨勢。1985年Kunze[20]曾有類似報告。原因可能係由於早熟性品種與中晚熟性品種，其谷粒成熟期間之長短不一有關。

表四、不同成熟期胴割粒率之變異（乾燥前）

Table 4. Variability of cracked kernel rate at different ripening-stage of rice(based on pre-drying).

	Rate of cracked kernel (%)				
	25 DAH[1)]	30 DAH	35 DAH	40 DAH	45 DAH
Tainung 67	0[b2)]	0.19[b]	1.05[b]	7.15[a]	11.64[a]
Tainung 70	0[a]	0.17[a]	0.13[a]	0.79[a]	0.94[a]
Kosihikari	0[b]	0[b]	0[b]	2.21[b]	8.26[a]
T(N)1.	1.59[c]	4.21[c]	5.22[c]	20.14[b]	27.56[a]
Tainung S. 20	0[a]	0.12[a]	0[a]	0.26[a]	0.28[a]
Average	0.32	0.94	1.28	6.11	9.74

1. Denote the days after heading
2. Means with the same letter in a variety are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表四胴割粒率之變化，係以收穫後未經乾燥調製前之稻谷調查所得，但一般稻谷在收穫時之含水量大多在20%以上，然爲便於貯藏，糧食局收購之稻谷含水量均規定必須乾燥至13%以下。若將上述不同成熟階段所收穫之材料在40°C的定溫箱中乾燥調製到含水量爲13%時，其胴割粒率之變化如表五。由表中可看出，不論收穫期之早晚均有胴割粒之發生，即使在抽穗後25日收穫之稻谷，經乾燥調製後也已有0.57%（臺農秈20號）至7.55%（臺中在來一號）之發生率，平均爲2.53%，較表四乾燥前的0.32%高出2.2%達七倍左右。而其發生率雖然晚期收穫者乃較早期收穫者爲高，但其乾燥前後之增加率，則早期收穫者顯然較晚期收穫者爲高，所有供試品種均呈現相同趨勢。造成此種現象之主要原因，推測可能係起因於早期收穫之稻谷含水量較高，欲乾燥到糧食局收購標準之13%含水量時，所需蒸散的水分量較高，乾燥所花時間較長，及乾燥時之積溫較高。1986年日本之報告[(15)]曾指出乾燥時間愈長，乾燥期間之積溫愈高，胴割粒之發生率亦隨之提高。由是推論，收穫時的稻谷含水量不但直接影響到收穫前胴割粒的發生與否，同時亦將影響到乾燥調製後發生率之高低。而收穫時之稻谷含水量愈高，其經乾燥調製後之胴割粒率的增加率亦愈高。

表五、不同成熟期稻谷經40°C乾燥至水分含量13%時胴割粒率之變異

Table 5. Variability of cracked kernel rate of rice harvested at different ripening-stage after dry to 13% of moisture content under 40°C.

Variety	Rate of cracked kernel (%)				
	25 DAH[1)]	30 DAH	35 DAH	40 DAH	45 DAH
Tainung 67	2.79[c2)]	6.10[c]	7.55[bc]	14.05[ab]	16.74[a]
Tainung 70	0.88[e]	2.94[d]	4.91[c]	6.68[b]	11.45[a]
Kosihikari	0.85[c]	1.63[c]	2.37[c]	9.75[b]	17.47[a]
T(N)1.	7.55[c]	11.50[bc]	12.79[bc]	20.43[ab]	30.73[a]
Tainung S. 20	0.57[c]	0.79[c]	1.06[c]	2.62[b]	4.90[a]
Average	2.53	4.59	5.74	10.71	16.26

1. Denote the days after heading
2. Means with the same letter in a variety are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

四、谷粒著生位置與胴割粒間之關係：

水稻之花穗係一有限花序（determinate panicle），其開花順序是由上而下，據Yoshida(1981)[21]之報告指出，水稻一穗自始花至終花需時7～10天，同一株內之花期更需時10～14天，這種非同時開花（nonsynchronous blooming）習性，不但造成同一株內谷粒成熟度的不一致，即使在同一穗內亦有很大之差異。為瞭解谷粒在穗上之著生位置與胴割粒發生間之關係，將採收的穗按三等份劃分成上、中、下三段來調查。初步所得結果示如表六，由表中可看出，各部位胴割粒之發生率以上段穗頂為最高，五個品種之平均結果為5.36%，其次依序為中段，平均為3.46%。而以基部的1.98%為最少，供試的五個品種所表現的結果均相當一致，顯示著生於穗頂部的谷粒，其胴割粒之發生率顯然較其他部位者高。至於谷粒著生位置與胴割粒發生時期之關係如表七，由表中可看出，著生在穗頂部的谷粒，其胴割粒的發生頻率在抽穗後25日即已達2.88%，顯示較中段及下段為早，其中尤以著生於穗基部（下段）的谷粒，胴割粒的發生時期最晚，要到抽穗後30至35日才有0.96%的發生頻率。由以上結果推論，谷粒的成熟期愈早，成熟度愈高，其胴割粒的發生時期愈早，發生機率亦愈高。1968年木戶及梁取兩氏[7]，將穗上的穎花依開花期的早晚劃分成強勢穎花，中勢穎花及弱勢穎花等三種，而穗頂部的穎花係屬強勢穎花，不但開花期早且充實成熟期亦早，以是等到穗中部及基部之中勢與弱勢穎花之谷粒完熟時，穗頂部強勢穎花的谷粒業已達到枯熟階段。這種谷粒在收穫前於田間遭受強烈日光及雨水或露水等乾濕輪流交替循環的刺激，可能是導致著生於穗頂部之谷粒其胴割粒之發生率較其他部位為高，而其發生時期亦較其他部位為早之主要原因。據此推論，未來良質米品種之特性，應以縮短一穗及一株內的開花日數，以求其一穗或一株內谷粒成熟度的一致性。而為求其谷粒成熟期的一致性，未來良質米品種的株型，其穗長不宜太長，每穗粒數不宜太多，分蘗期要早且分蘗數亦不宜太多，且要以第一次分蘗為主。這種少蘗型水稻與國際稻米研究所（IRRI）1991年[24]所提出的未來水稻理想株型（ideotype）不謀而合。雖然此種株型可能導致單位面積稻谷產量的減產，但似可以提高良質米之收購價格，來彌補其單位面積上之收益。

表六、不同著粒位置胴割率之差異（乾燥前）

Table 6. Variability of cracked kernel rate of grain setting on different position of a panicle(based on pre-drying).

Variety	Rate of cracked kernel(%)		
	Top	Medium	Bottom
Tainung 67	7.65[a1)]	3.20[b]	1.43[b]
Tainung 70	1.10[a]	0.16[ab]	0.00[b]
Kosihikari	3.64[a]	1.86[ab]	0.22[b]
T(N)1.	14.22[a]	11.93[a]	8.27[b]
Tainung S. 20	0.18[a]	0.17[a]	0.00[a]
Average	5.36	3.46	1.98
Index	154.90	100.00	57.23

1. Means with the same letter in a variety are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表七、胴割粒在不同成熟期與不同著粒位置的發生頻率

Table 7. The occurrence frequency of cracked kernel on the different position at each ripening stage.

	Occurrence frequence of cracked kernel(%)				
	25 DAH[1)]	30 DAH	35 DAH	40 DAH	45 DAH
Top	2.88	3.85	16.35	16.35	16.35
Medium	0.96	4.81	10.58	10.58	14.42
Bottom	0.00	0.96	5.77	5.77	9.62

1. Denote the days after heading

參考文獻

1. 汪呈因 1955 稻作學。PP.66—77。臺灣省立農學院，臺中市。
2. 宋 勳 1977 稻米品質劃分之可行性。臺灣農業 14 (1) ：26—30。
3. 郭益全 1986 水稻碾米品質及米粒外觀之品種變異。中華農業研究 35 (3) ：235—243。
4. 趙政男 1988 稻品種間胴割粒率差異性之探討。中華農業研究 37 (1) ：9—14。
5. 趙政男 1990 米粒外觀與胴割粒率間相關性之探討。中華農業研究 39 (2) ：77—83。
6. 蕭世民 1963 稻谷之乾燥與貯藏。農林廳種苗繁殖場。
7. 木戶三夫、梁取照三 1968 腹白、心白米拮の上における著粒位置上不透明部のかたちに關する研究。日作紀 (37) 。
8. 田守健夫 1972 水稻の割取適期の判定法。農業及園藝47 (5) ：767—768。
9. 林政衡 1961 稻の早期栽培と早植栽培。養賢堂。PP.265—267。
10. 長戶一雄 1973 米の品質について。日作紀 (42) ：238—257。
11. 長戶一雄等 1964 胴割米の發生に關する研究。日作紀 (33)：82—89。
12. 倉澤文夫 1982 米とその加工。建帛社。PP.60—63。
13. 態野誠一 1976 てれからの米の品質と肥培管理および收穫改善。農業及園藝51 (4) ：28—34
14. 玄米調製指導指針 1984 岩手食糧事務所監修。岩手縣農產物改良種苗中心。PP.1—57。
15. 胴割米發生防止のすべて 1986 福島縣米改良協會：1—14。
16. Desikachar, H. S. R., and V. Subrahma. 1961. The formation of cracks in rice during wetting and its effect on the cooking characteristies of the cereal. Cereal Chem. 38：356—364.
17. Esmay, M., Soemangat, Eriyatmo, and A. Phillips. 1979. Rice postproduction technology in the tropics. Univ. of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii.
18. Geng, S., J. F. Williams, and J. E. Hill. 1984. Harvest moisture effects on rice milling quality. Calif. Agric. 38：11—12.
19. Henderson, S. m. 1954. The causes and characteristic of rice cracking. Rice J.57(5)：16—18.
20. Kunze, O. R. 1985. Effect of environment and variety on milling qualities of rice. Rice grain quality and marketing. pp. 37—48. Presented at the international rice research conference. IRRI. Philippines.
21. Shouichi, Yoshida. 1981.Fundamentals of rice crop science. pp. 55—60.IRRI. Philippines.
22. Srinivas, T. and M. K. Bhashyam. 1985.Effect of variety and environment on milling quality of rice. Rice grain quality and marketing. pp. 49—60. Presented at the international rice research conference. IRRI, Philippines.
23. Steffe, J. F., OR. P. Singh, and G. E. Miller. 1980.Harvest, drying and storage of rough rice. In Rice： Publ. Co., Westport, Connecticut.
24. The IRRI Reporter. 1991.IRRI Goal：A new rice plant type. IRRI, Philippines.

Effect of climatic environment and ripening stage on the cracked kernel of rice[1]

C. N. Chao[2]

Summary

Five commercial rice varieties were used for studing the effect of climatic environment and ripening stage on the cracked kernel rate(CKR)of rice at Chia-Yi Agricultural Experiment Station from 1987 to 1989.Preliminary results indicated that the CKR of rice has a great differences among the years and cropping seasons. Under a similar cultural method and post harvested treatment, the CKR in the first crop was about 17.0%higher than that in the second crop seasons. Such differences between the cropping seasons apperaed mainly due to the effectiveness of climatic environment. The cracked kernel of rice might be investigated on the grain as early as 25 days after heading, however, most of varieties the cracked kernel were observed on 30 to 35 days after heading. The CKR were higher on early varieties than those of mid-late or late ones. Observation on the correlation between the position of spikelet in a panicle and CKR of rice demonstrated that the occurrence stage and CKR were earlier and higher in panicle's top than other parts in all varieties tested. The CKR in top, middle. and bottom of a panicle were 5.36%, 3.46%,and 1.98%,respectively. Based on this result, it is suggested that a new rice plant type should be produce fewer number of spikelet per panicle and fewer tillers per hill than today' s varieties, so as to improve the uniformity of grain maturity and grain quality.

Key words : climatic environment, ripening stage, cracked kernel rate.

1. ContributionNo. 1625 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist, Dept. of Agronomy, Chia-Yi Agricultural Experiment Station. TARI. Chia-Yi, Taiwan, R. O. C.

密度處理對不同粒型玉米青割及子粒產量之影響[1]

謝光照　盧煌勝[2]

摘要：九個玉米單交品系，包括馬齒種及硬粒種間之三種組合，進行二期作之栽培密度（70×20公分、70×25公分及70×30公分）試驗。試驗結果顯示，不論春作或秋作環境下，單位面積之青割鮮重、乾物重及子粒產量，均隨栽培密度每公頃47,600株至71400株之增加而提高，密度處理對整株乾物率、果穗百分比及總營養消化率（TDN%）未有顯著影響。在不同密度處理下，單株鮮重及乾物重，在春秋作均以馬齒種×硬粒種及硬粒種×硬粒種優於馬齒種×馬齒種；整株乾物率、果穗百分比、總營養消化率及子粒產量，於春秋作下，三種粒型組合間略有變動，但概以馬齒種×硬粒種居首。同時考慮青割鮮重、乾物重、整株乾物率、果穗百分比、總營養消化率及子粒產量六項性狀，單交組合中以馬齒種×硬粒種或硬粒種×硬粒種較優，而栽培密度以70公分×20公分爲宜。

關鍵詞：玉米、栽培密度、馬齒種、硬粒種。

影響玉米乾物質及子粒產量的因素很多，除遺傳因子之外，環境因子也甚爲重要，其中栽培密度尤有明顯的作用。栽培密度不同，造成植株間對於養份和環境資源競爭能力的改變。一般而言，玉米單位面積乾物累積量隨栽培密度增加而升高（Brown,1986；Lucas, 1986）。Remison and Lucas（1982）在兩年的試驗中，均顯示玉米單株之總乾物重隨密度的增加而下降；而單位面積之總乾物重則隨密度增加而升高。Graybill *et al.*（1991）也得到類似之結果。Cross *et al.*（1987）以16個玉米基因型在24,000～72,000株／公頃下進行研究，結果顯示單位面積子粒產量確隨密度之增加而升高。根據 Bunting（1971）之研究，玉米整株乾物質產量與密度之間的反應呈現某種漸近線之曲線關係；而 Tollenaar（1989）則發現子粒產量與密度間之反應曲線爲拋物線關係。

Inoue（1984）指出馬齒種×硬粒種組合具有較高子粒產量。在臺灣栽培環境下亦顯示馬齒種×硬粒種與硬粒種×硬粒種比馬齒種×馬齒種具有較高之子粒產量潛力（Lee *et al.*,1986）；而 Moreno-Gonzalez（1988）分析歐洲硬粒種及美國馬齒種之雜交組合，發現子粒產量以馬齒型×馬齒型與馬齒型×硬粒型優於硬粒型×硬粒型組合。

由上述學者之研究，顯示不同粒型組合之雜交種在相異的栽培環境下，其子粒產量的表現在粒型組合間互有高低不等之表現，但有關不同粒型組合之雜交種，在各種密度下之表現情形，目前研究報告尚少。本試驗主要目的，即探討不同粒型種源玉米在密度處理下其青割及子粒產量之反應，以便提供玉米育種及栽培之參考。

材料與方法

本試驗使用八個玉米自交系，其代號、名稱、系譜、起源及粒型等詳如表1：

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1626 號。

2. 本所農藝系助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

表1. 八個參試自交系之背景資料

Table 1. Backgrounds of the eight inbred lines evaluated.

Code	Inbreds	Pedigree	Origin	Kernel type
A	Hi 25	(B14A×MV source)BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi 31	(B68×MV source)BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi 33	(Mo17×MV source)BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi 26	(CI121E×MV source)BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	Sw 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi 362	Pitneer 6875 derivative	Pioneer international Co. Ltd.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1)BC_3	TARI,Taiwan	Flint

上述八個自交系之半互交二十八個 F_1 組合中，馬齒種同粒型（Dent×Dent）、硬粒種同粒型（Flint×Flint）及馬齒型×硬粒型之異粒型（Dent×Flint）各逢機取3個組合爲材料，分別於1988春作（3月16日播種）及秋作（10月14日播種）於農試所進行田間試驗。試驗採裂區設計，密度爲主區，基因型爲副區，三行區，行長5公尺，密度分爲70×20公分（D_1：71,400株／公頃）、70×25公分（D_2：57,140株／公頃）及70×30公分（D_3：47,600株／公頃）三種等級，逢機排列於每一區集，四重複；副區9個參試基因型，則逢機排列於每一主區內。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O=12：18：12）每公頃施500公斤，於播種前施於溝內，然後澆水，再進行播種及覆土工作，每穴二粒播，當植株出土長至4～5葉齡時，進行間苗，每穴留一株。然後植株長至齊膝期時施追肥，每公頃施硫酸銨（N=21%）500公斤，再進行培土作業，其他田間管理，按一般方法進行之。春作及秋作分別於授粉後24及45天進行青割取樣。另外於生理成熟時收穫果穗，進行子粒產量調查。調查性狀及方法如下：

(1)鮮重（fresh weight）：於青割取樣時期每小區取樣5株，從地表面割起，稱其鮮重，然後換算爲單株之重量，以 kg 表示。

(2)乾物重（dry weight）：由割取的5株植株置於70°C烘乾機中烘七天，稱其乾重，再換算單株之重量，以 g 表示。

(3)整株乾物率（whole-plant dry matter content）：由每小區割取的5株樣品，先稱其鮮重，然後置於70°C烘乾機中烘七天，稱其乾重，並換算單株重量，以（乾重／鮮重）×100而得之。

(4)果穗百分比（ear percentage）：（果穗乾重／整株乾重）×100。

(5)總營養消化率（total digestable nutrient percentage TDN）：青割玉米 TDN 測定法比照日本 Pioneer 種子公司推廣手册使用方法（Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd., 1986）進行估算，其法於植株收割時全株烘乾，以下列公式求得：

$$TDN\% = \frac{〔(\text{莖葉乾重} \times 0.582) + (\text{果穗乾重} \times 0.85)〕}{\text{莖葉乾重} + \text{果穗乾重}} \times 100$$

(6)子粒產量：於生理成熟期，每小區逢機收取5株果穗，烘乾脫粒後稱其子粒重，再換算爲單株重量，以 g 表示之。

以上所獲資料先進行變方分析及平均值顯著性測驗，並就不同粒型間之組合作一詳細比較。

結果與討論

在春作環境下，經變方分析結果（表2），顯示密度處理對青割鮮重、乾物重及子粒產量有顯著效果，而整株乾物率、果穗百分比及總營養消化率等則無明顯差異。所有性狀在基因型間均達極顯著差異。密度與基因型之交感作用，僅乾物重及子粒產量達顯著差異。在秋作環境下結果與春作類似，密度處理對青割鮮重、乾物重及成熟期子粒產量均達極顯著差異。基因型間所有性狀均達極顯著差異，而密度與基因型間有交感效應者僅鮮重及子粒產量。此等結果與 Pinter *et al.*（1990）指出不同基因型的產量性狀各有其最適栽培密度之說法相符。而不同密度處理對青割適期之整株乾物率沒有明顯差異，則與 White（1976）之結果近似。

表2. 九個雜交種在二個期作下六個性狀之變方分析

Table 2. ANOVA of six traits for nine hybrids evaluated in two crop seasons.

Crop Seasons	Source of variation	df	Mean squares					
			Fresh weight	Dry weight	Whole-plant dry matter	Ear percentage	TDN	Grain yield
Spring	Block	3	0.103**	774	144.63**	19.1	1.64	115
	Density (D)	2	0.269**	33,035*	0.89	19.3	1.36	4,036**
	Error a	6	0.003	5,137	5.18	20.9	1.86	130
	Genotype (G)	8	0.120**	10,823**	30.89**	264.0**	19.92**	1,459**
	D×G	16	0.004	1,913*	7.70	27.7	1.47	331**
	Error b	72	0.005	991	7.67	17.8	1.53	38
Fall	Block	3	0.012	175	13.23	5.5	1.69	219
	Density (D)	2	0.132**	12,912**	4.11	49.3	1.83	11,213**
	Error a	6	0.007	604	4.00	25.1	1.82	157
	Genotype (G)	8	0.139**	12,731**	28.81**	241.6**	21.62**	10,607**
	D×G	16	0.015*	804	1.44	13.7	1.27	605**
	Error b	72	0.008	507	2.70	15.6	1.73	189

*，** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

由表3看出，在春作環境下，隨著株距的縮小，單株鮮重、乾物重及子粒產量呈現遞減的現象，但其單位面積之鮮重、乾物重及子粒產量則隨著密度由47,600株／公頃至71,400株／公頃之增加而升高。在秋作環境下，也呈現相同的趨勢（表4）。本試驗密度處理效果對青割鮮重、乾物重及成熟期子粒產量之影響，與 Remison and Lucas（1982）、Brown（1986）、Lucas（1986）、Cross *et al.*（1987）及 Graybill *et al.*（1991）等之結果相符，顯示在70×20公分的行株距，即每公頃71,400株的栽培密度下，可獲得較高的青割產量及子粒產量，但對整株乾物率、果穗百分比及總營養消化率影響則不大。

表3. 不同密度處理在春作環境下六個性狀之平均值

Table 3. Means for six traits of three plant densities (spring of 1988).

Plant density	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
D_1	0.67(47,833) §	240.0(17,200)	36.00	41.24	69.25	120.2(8,582)
D_2	0.77(43,998)	272.5(15,570)	36.29	38.88	68.96	135.6(7,748)
D_3	0.84(40,000)	301.6(14,362)	36.03	39.83	68.87	140.5(6,690)
$LSD_{(0.05)}$	0.19	41.3	1.31	2.63	0.78	6.6

D_1 : 70×20cm，D_2 : 70×25cm，D_3 : 70×30cm.
§ Numbers in the parenthesis denote yield in kg/ha.

表4. 不同密度處理在秋作環境下六個性狀之平均值

Table 4. Means for six traits of three plant densities (fall of 1988).

Plant density	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
D_1	0.78(55,692) §	195.9(13,987)	25.08	44.17	69.84	103.3(7,375)
D_2	0.84(47,998)	212.3(12,131)	25.18	43.06	69.72	119.8(6,945)
D_3	0.90(42,858)	233.7(11,128)	25.71	41.93	69.40	138.5(6,595)
$LSD_{(0.05)}$	0.05	14.2	1.15	2.89	0.78	7.2

D_1 : 70×20cm，D_2 : 70×25cm，D_3 : 70×30cm.
§ Numbers in the parenthesis denote yield in kg/ha.

進而由各種粒型組合間之比較（表5），平均而言，在春作環境下，就青草鮮重及乾物重而言，硬粒種×硬粒種>馬齒種×硬粒種>馬齒種×馬齒種。子粒產量則以馬齒種×硬粒種與硬粒種×硬粒種高於馬齒種×馬齒種組合，而整株乾物率在粒型組合間沒有明顯差異存在。但馬齒種×馬齒種與馬齒種×硬粒種比硬粒種×硬粒種具有稍高的果穗百分比及總營食消化率（TDN%）。在秋作環境下（表6），授粉後45天青割時，馬齒種×硬粒種及硬粒種×硬粒種比馬齒種×馬齒種具有較高的鮮重、乾物重、果穗百分比及子粒產量，至於整株乾物率及總營養消化率，均以馬齒種×硬粒種顯著高於馬齒種×馬齒種，此與 Lee *et al.*（1986）之結果相類似，可見在臺灣中部地區環境，仍以馬齒種×硬粒種與硬粒種×硬粒種之子粒產量表現較佳。在不同粒型組合間各性狀之平均值仍有明顯的差異，而在同粒型組合內仍可發現相當之差別。春作環境下（表5），九個參試雜交種中，顯示以 F×G 組合，具有最高的鮮重及乾物重，但其整株乾物率、果穗百分比及總營養消化率則較低。子粒方面，則以 C×B、C×E及 F×G 最爲高產。秋作環境下（表6），九個基因型中，以 A×F 及 F×E 具有較高的鮮重、乾物重及子粒產量。

表5. 春作三種不同粒型雜交組合六個性狀之平均值

Table 5. Means for six traits of three kernel type combinations (spring of 1988).

Hybrid combination	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
			Dent × Dent			
C×B	0.75	263.2	36.23	44.98	70.47	140.1
C×D	0.61	221.4	36.55	43.55	69.87	125.1
D×B	0.71	235.5	33.63	35.31	67.66	118.3
$\bar{x}$	0.69	240.0	35.47	41.28	69.33	127.8
			Dent × Flint			
C×E	0.73	265.2	37.62	47.78	71.00	140.4
D×E	0.77	278.9	37.14	43.06	69.81	131.9
D×G	0.80	274.3	34.39	35.96	67.83	137.1
$\bar{x}$	0.76	272.8	36.38	42.27	69.54	136.5
			Flint × Flint			
F×E	0.77	292.3	38.16	36.46	67.97	123.5
F×G	0.93	318.4	34.35	35.66	67.75	138.9
F×H	0.81	295.9	36.87	40.17	68.96	135.9
$\bar{x}$	0.83	302.2	36.46	37.43	68.23	132.8
$LSD_{(0.05)}$	0.06	25.6	2.25	3.43	1.01	8.7

表6. 秋作三種不同粒型雜交組合六個性狀之平均值

Table 6. Means for six traits of three kernel type combinations (fall of 1988).

Hybrid combination	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
			Dent × Dent			
A×B	0.64	144.0	22.69	32.71	66.54	52.9
C×A	0.72	190.4	26.63	48.69	71.18	111.1
C×B	0.83	194.8	23.48	38.93	68.82	109.2
$\bar{x}$	0.73	176.4	24.26	40.11	68.85	91.1
			Dent × Flint			
A×E	0.84	225.5	26.90	44.65	70.29	121.9
A×F	0.92	239.2	25.59	45.22	70.45	147.3
A×G	0.89	234.6	26.29	43.86	69.94	132.5
$\bar{x}$	0.88	233.1	26.26	44.58	70.23	133.9
			Flint × Flint			
F×E	1.01	247.6	24.36	42.10	69.05	154.8
H×E	0.86	232.2	26.96	47.28	70.80	136.2
H×G	0.87	217.8	25.02	43.99	69.79	118.9
$\bar{x}$	0.91	232.5	25.45	44.46	69.88	136.6
$LSD_{(0.05)}$	0.07	18.3	1.34	3.22	1.07	11.2

由密度與粒型相互組合之平均值（表7，表8）觀之，顯示三種粒型組合之青割鮮重、乾物重及子粒產量均以在較高密度下之單位面積產量最高。春作時，整株乾物率在密度與粒型組合間並沒有明顯差異，除在密度 D_1外，均以馬齒種×馬齒種及馬齒種×硬粒種兩者有較高的果穗百分率及總營養消

化率；而在秋作環境下，除 D_1外則以馬齒種×硬粒種及硬粒種×硬粒種組合較高。顯現此二性狀在粒型組合與期作間有交感效應存在（謝，1991），此與不同粒型組合在相異期作下之成熟期頗不一致有關，平均而言，在春作環境下，以馬齒種×馬齒種及馬齒種×硬粒種之組合較為早熟；而秋作則以馬齒種×硬粒種及硬粒種×硬粒種較早熟。

表7. 春作不同密度與粒型組合之六個性狀之平均值

Table 7. Means for six traits of three kernel type combinations grown in three plant densities (spring of 1988).

Plant density	Kernel type combination	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
	Dent × Dent	0.625(44,625)§	217.0(15,493)	35.22	41.26	69.26	114.3(8,161)
D_1	Dent × Flint	0.646(46,124)	228.0(16,279)	35.62	43.53	69.86	120.5(8,603)
	Flint × Flint	0.757(54,049)	277.9(19,842)	37.12	38.94	69.63	125.9(8,989)
	Dent × Dent	0.681(38,885)	238.5(13,618)	35.42	40.76	69.33	132.8(7,583)
D_2	Dent × Flint	0.791(45,166)	286.8(16,376)	36.61	42.29	69.53	144.2(8,234)
	Flint × Flint	0.847(48,363)	303.7(17,341)	36.00	36.67	68.02	130.1(7,428)
	Dent × Dent	0.754(35,905)	267.6(12,743)	35.76	41.83	69.41	134.6(6,409)
D_3	Dent × Flint	0.864(41,143)	812.1(14,862)	36.04	40.97	69.21	144.6(6,885)
	Flint × Flint	0.903(43,000)	325.1(15,481)	36.26	36.68	68.02	142.2(6,771)
	$LSD_{(0.05)}$	0.060	25.6	2.25	3.43	1.01	8.7

D_1：70×20cm，D_2：70×25cm，D_3：70×30cm.
§Numbers in the parenthesis denote yield in kg/ha.

表8. 秋作不同密度與粒型組合之六個性狀之平均值

Table 8. Means for six traits of three kernel type combinations grown in three plant densities (fall of 1988).

Plant density	Kernel type combination	Fresh weight (kg/plant)	Dry weight (g/plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)	Grain yield (g/plant)
	Dent × Dent	0.664(47,409)§	160.4(11,452)	24.21	42.59	69.40	71.5(5,105)
D_1	Dent × Flint	0.831(59,333)	212.2(15,151)	25.67	45.07	70.38	111.8(7,982)
	Flint × Flint	0.842(60,118)	215.2(15,365)	25.36	44.85	69.72	119.8(8,553)
	Dent × Dent	0.762(43,540)	179.8(10,273)	23.78	40.00	68.86	93.4(5,336)
D_2	Dent × Flint	0.869(49,654)	230.2(13,153)	26.46	44.72	70.18	130.7(7,468)
	Flint × Flint	0.899(51,368)	205.4(11,736)	25.28	44.45	70.10	135.1(7,719)
	Dent × Dent	0.555(26,429)	188.9(8,995)	24.80	37.72	68.28	101.6(4,838)
D_3	Dent × Flint	0.943(44,905)	256.8(12,228)	26.63	43.97	70.11	159.2(7,581)
	Flint × Flint	0.998(47,523)	255.4(12,162)	25.70	44.08	69.82	154.7(7,366)
	$LSD_{(0.05)}$	0.070	18.3	1.34	3.22	1.07	11.2

D_1：70×20cm，D_2：70×25cm，D_3：70×30cm.
§Numbers in the parenthesis denote yield in kg/ha.

就本試驗結果觀之，當株距在20～30公分之間變動，株距愈小，栽培密度愈高，玉米單位面積之青割鮮重、乾物重及子粒產量皆隨之提昇，春秋作一致。在同一栽培密度下，粒型組合間作一比較，馬齒種×硬粒種及硬粒種×硬粒種單株鮮重及乾物重在春秋作均優於馬齒種×馬齒種；整株乾物率、果穗百分比、總營養消化率及子粒產量之高低，於春秋作下，粒型組合間互有變動，但以馬齒種×硬粒種居首爲多。同時考慮鮮重、乾物重、整株乾物率、果穗百分比、總營養消化率及子粒產量等六項性狀，玉米品種之選擇以馬齒種×硬粒種或硬粒種×硬粒種較佳，而栽培密度則以70公分×20公分最爲理想。

參考文獻

1. 謝光照。1991。期作對玉米硬粒型與馬齒型組合產量及農藝性狀之影響。國立中興大學農藝研究所碩士論文。
2. Bunting, E. S. 1971. Plant density and yield of shoot dry material in England. J. Agric Sci. Camb. 77 : 175-185.
3. Brown, D. M. 1986. Corn yield response to irrigation, plant population and nitrogen in a cool, humid climate. Can. J. Plant Sci. 66 : 453-464.
4. Cross, H, Z., J. T. Kamen, and L. Brun. 1987. Plant density, maturity and prolificacy effects on early maize. Can. J. Plant Sci. 67 : 35-42.
5. Graybill, J. S., W. J. Cox, and D. J. Otis. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrids, plant date and plant density. Agron. J. 83 : 559-564.
6. Inoue, Y. 1984. Specific combining ability between six different types of maize (*Zea mays* L.) obtained from a diallel set of eleven open-pollinated varieties. Japan J. Breed. 34 : 17-28.
7. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.
8. Lee, T.C., G. J. Shieh, C. L. Ho, and J. R. Juang. 1986. Analysis of diallel sets of dent and flint maize inbreds for combining ability and heterosis. J. Agric. Res. China 35 (2) : 145-164.
9. Lucas, E. O. 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in Nigeia. J. Agric. Sci. Camb. 107 : 573-578.
10. Moreno-Gonzalez, J. 1988. Diallel crossing system in sets of flint and dent inbreds line of maize (*Zea mays* L.) . Maydica 33 : 37-49.
11. Pinter, L., J. Schmidt, S. Jozsa, J. Szabo, and G. Kelemen. 1990. Effect of plant density on the feed value of forage maize. Maydica 35 : 73-79.
12. Remison, S. U., and E. O. Lucas. 1982. Effects of plant density on leaf area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. Expl. Agric. 18 : 93-100.
13. Tollenaar, M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 29 : 1365-1371.
14. White, R. P. 1976. Effects of plant population on forage corn yields and maturity on Prince Edward Island. Can. J. Plant Sci. 56 : 71-77.

Effects of plant density on forage and grain yield of maize with different kernel types[1]

G. J. Shieh[2] and H. S. Lu[2]

Summary

A total of nine maize hybrids including dent and flint combinations were grown in three plant densities (70×20cm, 70×25cm, 70×30cm) at TARI in spring and fall crop of 1988. Effects of plant density on forage and grain yield of maize were investigated. From plant density of 47,600 plant/ha to 71,400 plant/ha, significant increase of fresh weight, dry weight and grain yield per hectare was associated with increasing plant density. Whole-plant dry matter content, ear percentage and total digestable nutrient percentage (TDN) were less influenced. Among combinations, dent × flint and flint × flint were better than dent × dent for fresh and dry weight per plant. Various responses among kernel type combinations for whole-plant dry matter content and grain yield were found. However, in most cases dent ×flint was the leading combination for these traits. It is suggested that the combination of dent × flint or flint × flint, and plant density of 70×20cm would be the best arrangement, if both forage and grain yield are concerned.

Key words : Maize (*Zea mays* L.) , Plant density, Kernel type, Dent, Flint.

---

1. Contribution No. 1626 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, assistant agronomist and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.

Effects of shielded spray of paraquat and glyphosate on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.)[1]

Chwen-Ming Yang, Fu-Chou Chang, Li-Hua Pai, Hsou-Pao Horng, and Chien-Hsou Liang[2]

ABSTRACT : Field experiments were conducted in the fall crop of 1990 and the spring crop of 1991 to evaluate growth and yield of corn (*Zea mays* L. cv. Tainung No.1) in responses to paraquat and glyphosate, with or without shielding, applied at three different times in the vegetative stage. Although weed control was improved, herbicide applications at 2, 4 or 6 weeks after planting (WAP) slightly reduced corn growth and yield relative to those of handweeding treatments, but higher than the weedy check. Without proper shielding, the growth and yield of corn was further decreased due to plant injury. Compared to the shielded ones, plant height and leaf area of unshielded corn plants at the 50% silking were declined more than 10% and 20% by paraquat and 15% and 25% by glyphosate applied at 2, 4 or 6 WAP in both 1990 and 1991. Whereas, more than 50% and 60% corn yield reductions were found by applications of paraquat and glyphosate, respectively, in the two seasons. When analyzing the yield characters, it was shown that, without shielding, ear weight and kernel weight were decreased in the spring crop. The effective plant percentage (EPP) was affected by herbicide applications, especially under unshielded conditions. Weed control practices applied as early as 2 WAP ensuing uniform tasseling and silking while glyphosate lengthened the 50% tasseling and silking dates when applied without shielding before 4 WAP. It is therefore suggested that applications of paraquat and glyphosate, if necessary, in the corn field should be with proper shieldings to eliminate corn injury.
Nomenclature : Paraquat, 1, 1′-dimethy 1-4, 4′-bipyridinium dichloride ; glyphosate, N- (phosphonomethyl) glycine.

Key Words : paraquat, glyphosate, corn, growth, yield, application timing, application method.

Introduction

Applications of synthetic herbicides on weed control programs are prevailing in modern agriculture. In corn, preemergence herbicides such as atrazine, metolachlor and pendimethalin are recommended in normal cultivation practices in Taiwan (Anonymous, 1990 ; Chiang and Leu, 1987). However, some postemergence herbicides such as paraquat and glyphosate may also be used to control the weedy fields.

---

1. Contribution No.1627 from the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Taiwan, ROC.
2. Agronomist, research assistant, and laboratory assistants, Department of Agronomy, TARI, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, ROC.

Paraquat, often used in early postemergence, is one of the most economical, efficacious and non-selective weed-controlling herbicide (Stall et al., 1987 ; Wehtje et al., 1986 ; Wilcut et al., 1989 ; Wilcut and Swann, 1990). When applied postemergence, paraquat was found to cause foliar injury of peanut (Wehtje et al., 1986). Fedtke (1982) further pointed out that paraquat induces rapid membrane deterioration through generation of superoxide radicals.

Glyphosate, a nonselective, broad-spectrum, postemergence, phosphonic acid herbicide (Duke, 1988 ; Franz, 1985), is anionic in nature and has a higher water solubility. Glyphosate is used to control perennial as well as annual weeds because of its rapid translocation and high phytotoxicity (Baird and Begeman, 1972). Glyphosate is readily taken up by plants from source leaves to physiologically active sinks, commonly accumulates in the apices of shoot and root (Claus and Behrens, 1976 ; Kells and Rieck, 1979 ; Sprankle et al., 1975), and translocated in both xylem and phloem (Duke, 1988). Duke (1988) also indicated that glyphosate is degraded only slightly in plants and often is slow acting.

Little research has been carried out to illustrate effects of paraquat and glyphosate on crop growth and yield as influenced by application timing and method. Understanding of such effects would be highly beneficial to improve the knowledge of crop response and herbicide efficacy. Corn injury from the misapplication and drift of these herbicides can be expected due to the close vicinity of corn to weeds. The assessment of growth injury and yield reduction of corn caused by mispractices provides essential information for adequately using of these herbicides.

This study was conducted to investigate the consequences that may result from the exposure of corn crop to paraquat and glyphosate at the different application timings and with or without shielding, and yields of corn that may be harvested from the original planting by herbicide applications.

Materials and Methods

Field experiments were conducted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI, 24° 02′ N, 120° 40′ E, elevation 85 m) on a silt loam soil (fine-loamy, mixed, nonacid, hyperthermic, Fluvaquentic Dystroochrept) in Fall crop, 1990 and Spring crop, 1991. The soil contained 33.1% sand, 50.2% silt, and 16.6% clay with 1.8% organic matter and 5.5 of pH. Corn cultivar 'Tainung No. 1', obtained from Taiwan Seed Service (Ta-nan village, Shinshieh, Taichung, Taiwan, ROC), was planted on September 14, 1990 and March 4, 1991, and was seeded at a depth of about 4 cm with plant distance of 25 cm. Individual plots (subplots) were eight rows spaced 70 cm apart and 7.0 m long. Separate experimental areas were used, for rotation purpose, in different seasons and were rotary plowed prior to cultivation. The experimental area was treated with 130 kg ha^{-1} N, 70 kg ha^{-1} of P_2O_5 and 50 kg ha^{-1} of K_2O each crop. Fertilizer (50—70—50 ; N, P, K) was applied onto the soil surface at planting and the rest of nitrogen was applied with the equivalent at 3 and 6 weeks after planting (WAP).

Paraquat (24% solution, 3 L ha^{-1}) and glyphosate (isopropylamine formulation of 41% solution, 5 L ha^{-1}) were directly applied near the ground and between-the-row in water volume of 200 L ha^{-1} using a CO_2-pressurized, backpack sprayer at 2, 4, or 6 WAP separately. Two wooden plates of 50 cm wide and 7.0 m long were used for shielding purpose. Results of herbicide applications were evaluated using handweeding treatments and weedy check for comparison. Plant height and leaf area per plant were measured at the 50% silking. Plant height was measured from the soil surface to the highest point of plant with a ruler and the leaf area was determined by an area meter (LI−3000, Li-Cor, INC., Nebraska, USA). Corn survival ratings were based on the effective plant percentage (EPP) at harvest, determined by counting the number of plants with ear (s) in each plot relative to the planted number expressed as a percent of the planted number. Corn yields were estimated by the fresh weights of ears (without husk) taken from the center four rows of each eight-row plot by hands. Samples of corn, 6 plants for each replication, were harvested from the rest rows to determine ear length, ear fresh and dry weights, and kernel dry weight (80° C for 72 h) . Before corn harvest, the number of weeds per square meter and their dry weights (80° C for 72 h) for each plot were taken. Weed populations were the result of natural infestations.

The trial was a split-plot design replicated three times with application timings as main plots and herbicide (with or without shielded) and handweeding treatments as subplots. Corn yields were separated by crop. Data were subjected to analysis of variance and means were compared with Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test at the 5% level of probability. The standard errors were also computed.

Results

Relative to those of handweeding treatments at the same time, corn height, measured at the 50% silking, was slightly reduced by herbicide applications at 2, 4, or 6 weeks after planting in Fall crop 1990 and Spring crop 1991 (Figure 1), but higher than the weedy check. Corn height was further reduced, more than 15% by glyphosate in both seasons and 15 and 10% by paraquat in 1990 and 1991, when without proper shielding. Leaf area followed the similar trend. At the 50% silking, leaf area of the plants applied by herbicides slightly lowered than those of handweedings but greater than the weedy check (Figure 2). Leaf area was significantly decreased in the unshielded plants. About 35, 25, and 20% and 45, 30 and 25% reductions were calculated by applications of paraquat and glyphosate at 2, 4, or 6 WAP, respectively, in both years.

Corn yield, expressed by the fresh weight of corn ears at harvest, was not changed by herbicide treatments when shielded (Table 1). Without proper shielding, however, corn yields were significantly reduced, especially when herbicides were applied in the early vegetation. Ear length, ear weight and kernel weight were not affected by herbicide applications, with or without shielded in the fall crop (Table 2). Ear and kernel weights were decreased in unshielded corn in the spring crop. The effective plant percentage (EPP) was strongly declined by the applications of paraquat and glyphosate without shielding in both crops, the younger the plant the stronger the harmful effect.

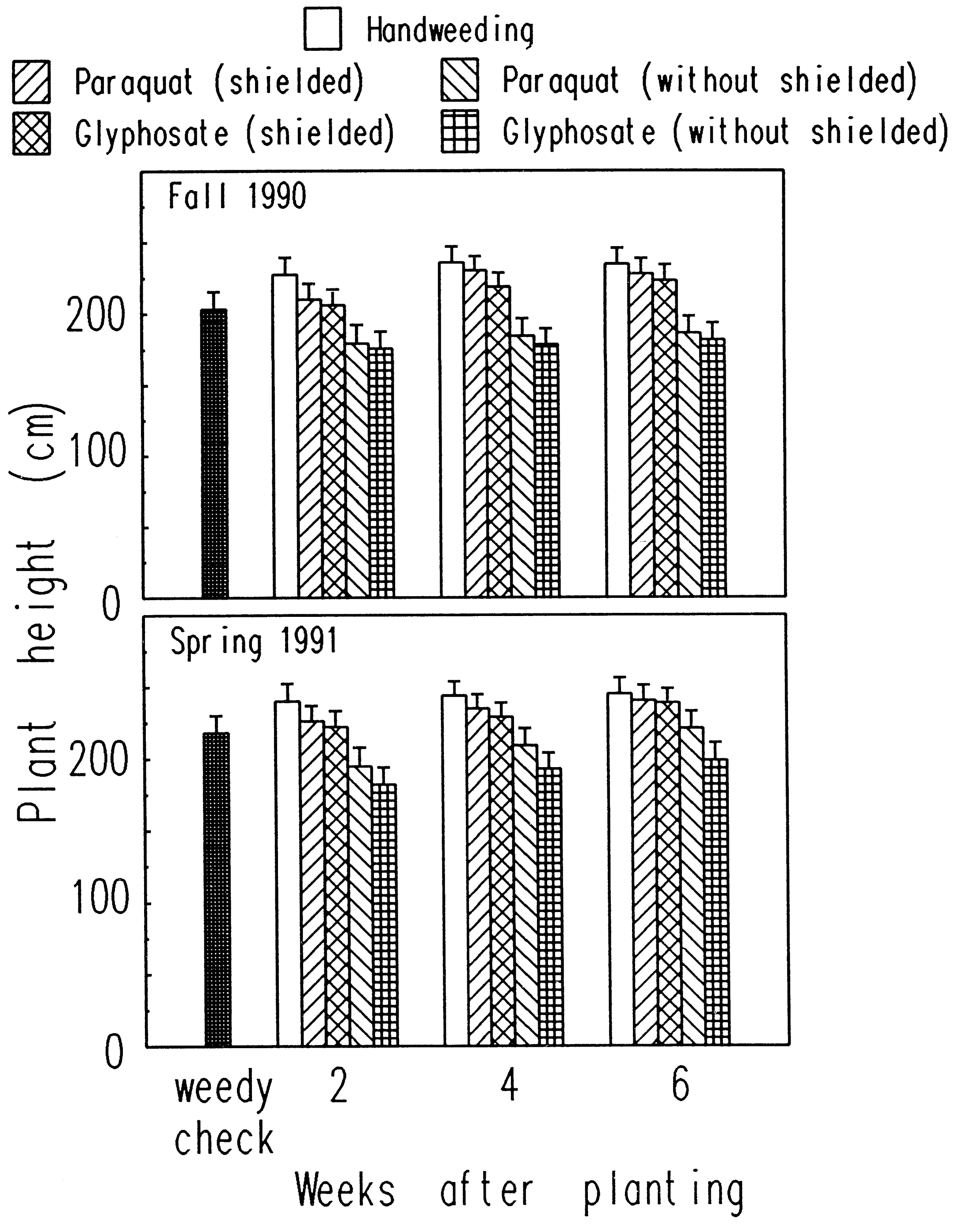


Fig. 1. Effects of paraquat and glyphosate on plant height of corn as influenced by timing and method of application in the fall crop of 1990 and spring crop of 1991.

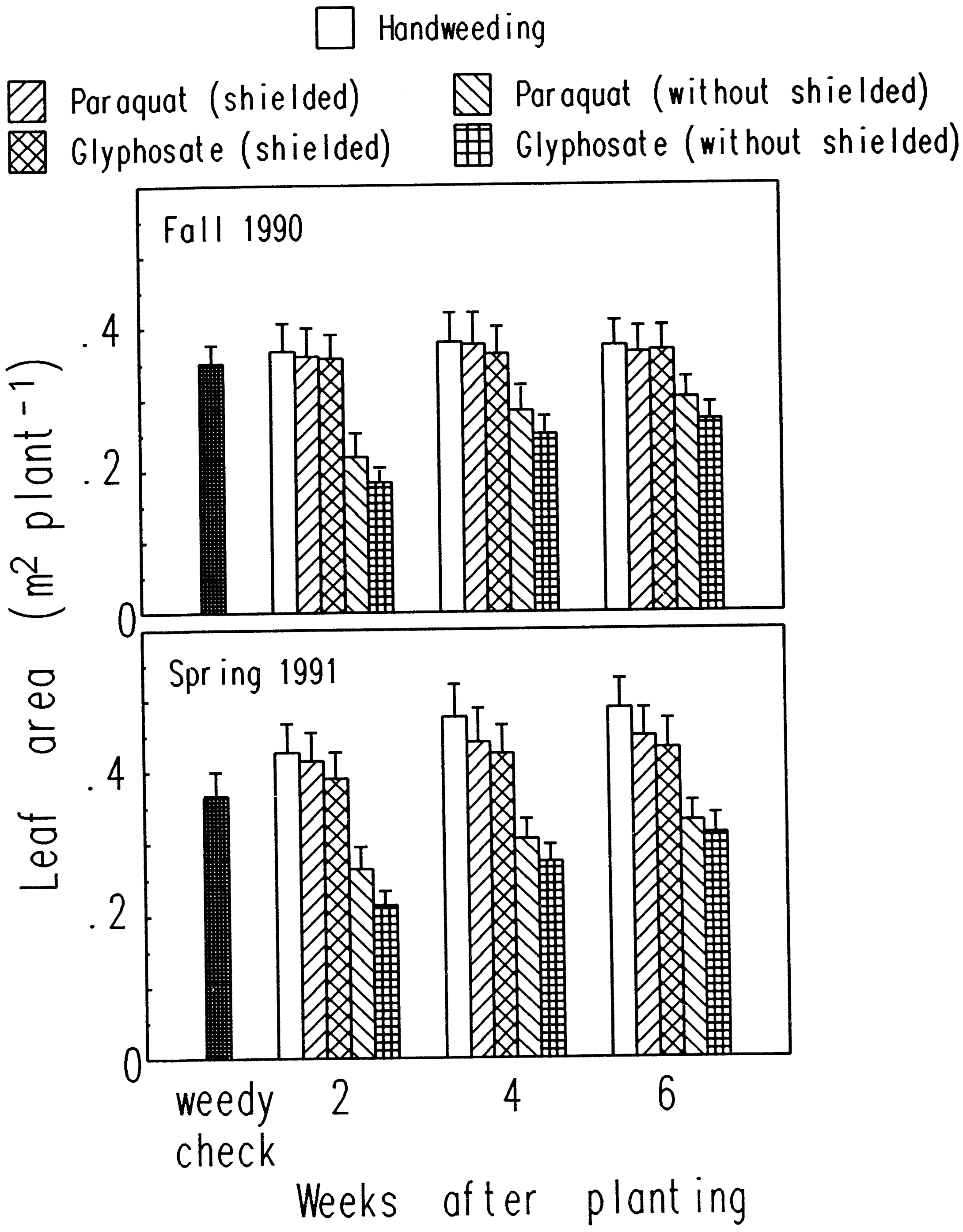


Fig. 2. Effects of paraquat and glyphosate on leaf area of corn as influenced by timing and method of application in the fall crop of 1990 and spring crop of 1991.

Table 1. Effects of paraquat and glyphosate or handweeding on the fresh weight of corn ears (without husk) as influenced by application timing and method.

Time of application	Herbicide treatment	Shielding	Ear fresh weight	
			Fall 1990	Spring 1991
WAP@			···············kg ha^{-1}···············	
2	Paraquat	Yes	9,740	10,970
		No	2,240	2,720
	Glyphosate	Yes	9,080	10,830
		No	2,040	2,140
	Handweeding		9,810	11,310
4	Paraquat	Yes	10,320	12,530
		No	3,580	4,720
	Glyphosate	Yes	9,490	12,200
		No	2,240	2,880
	Handweeding		10,710	12,930
6	Paraquat	Yes	10,050	12,750
		No	4,450	5,780
	Glyphosate	Yes	9,660	12,470
		No	3,400	4,850
	Handweeding		10,320	13,030
Weedy check			8,910	10,190
LSD@@ (0.05)			940	1,260

@ WAP : weeks after planting.
@@Fisher's Least Significant Difference Test at the 5% probability level.

Table 2. Effects of paraquat and glyphosate or handweeding on the yield characters of corn as influenced by application timing and spray method.

Time of application	Herbicide treatment	Shielding	ear lenght	ear fw	ear dw	kernel dw	EPP@
WAP@@			cm	···············g pl^{-1}	···············		
Fall crop, 1990							
2	Paraquat	Yes	18.3	190.5	97.4	77.3	90.4
		No	17.3	183.5	93.2	72.7	21.3
	Glyphosate	Yes	17.9	186.1	96.9	77.1	86.8
		No	17.1	182.5	93.1	72.3	19.5
	Handweeding		18.1	190.1	97.2	76.6	92.1
4	Paraquat	Yes	18.8	198.1	101.3	80.6	91.2
		No	17.7	186.6	96.6	77.1	33.6
	Glyphosate	Yes	18.2	189.2	96.6	77.5	88.2
		No	17.5	184.4	93.8	72.3	21.3
	Handweeding		18.6	199.2	102.9	81.5	94.1
6	Paraquat	Yes	18.6	196.4	99.1	79.9	91.9
		No	18.1	188.2	96.8	77.4	41.4
	Glyphosate	Yes	18.2	188.3	96.3	76.9	91.2
		No	17.5	185.2	93.2	72.1	32.2
	Handweeding		18.7	197.1	99.0	78.5	92.8
Weedy check			17.8	178.2	90.1	70.1	87.5
LSD@@@ (0.05)			0.6	9.0	8.0	7.3	6.3

Spring crop, 1991							
2	Paraquat	Yes	18.4	215.9	124.5	106.0	88.9
		No	17.6	178.3	97.6	78.1	26.7
	Glyphosate	Yes	18.3	213.2	124.5	105.8	88.9
		No	17.7	181.0	100.4	80.4	20.7
	Handweeding		18.4	218.8	123.4	106.0	94.8
4	Paraquat	Yes	18.7	230.7	131.9	113.4	95.0
		No	18.2	216.6	117.4	94.8	38.1
	Glyphosate	Yes	18.6	229.2	130.4	111.3	93.2
		No	18.11	212.3	115.2	92.5	23.7
	Handweeding		18.8	235.4	136.3	117.3	96.2
6	Paraquat	Yes	18.6	233.1	135.9	116.6	95.8
		No	18.3	220.5	122.4	98.7	45.7
	Glyphosate	Yes	18.5	231.4	132.7	113.8	94.3
		No	18.2	218.4	120.0	97.0	38.9
	Handweeding		18.8	236.7	137.3	118.4	96.3
Weedy check			17.9	197.9	117.0	99.5	90.1
LSD (0.05)			0.7	11.2	10.8	9.9	8.2

@ EPP : effective plant percentage.
@@ WAP : weeks after planting.
@@@Fisher's Least Significant Difference Test at the 5% probability level.

Generally the 50% tasseling and silking dates were not influenced by weed control practices, herbicides or handweeding, applied as early as 2 WAP (Table 3). However, glyphosate applied without shielding before 4 WAP lengthened the flowering periods. Weed density and weed dry weight determined at harvest were significantly decreased by weed control practices (Table 4), particularly with herbicides.

Table 3. Effects of paraquat and glyphosate or handweeding on the 50% tasseling (T) and the 50% silking (S) dates of corn as influenced by application timing and method.

Herbicide	Time of application	Shielding	Fall 1990@		Spring 1991@@	
			50% T	50% S	50% T	50% S
	WAP@@@					
Paraquat	2	Yes	Nov. 15	Nov. 18	May 11	May 13
	2	No	Nov. 15	Nov. 19	May 11	May 14
Glyphosate	2	Yes	Nov. 15	Nov. 18	May 11	May 13
	2	No	Nov. 20	Nov. 25	May 16	May 20
Handweeding	2		Nov. 15	Nov. 18	May 11	May 13
Paraquat	4	Yes	Nov. 14	Nov. 17	May 10	May 12
	4	No	Nov. 14	Nov. 18	May 10	May 13
Glyphosate	4	Yes	Nov. 14	Nov. 17	May 11	May 13
	4	No	Nov. 19	Nov. 24	May 16	May 20
Handweeding	4		Nov. 14	Nov. 17	May 10	May 12
Paraquat	6	Yes	Nov. 14	Nov. 17	May 10	May 12
	6	No	Nov. 14	Nov. 17	May 10	May 12
Glyphosate	6	Yes	Nov. 14	Nov. 17	May 11	May 13
	6	No	Nov. 14	Nov. 18	May 11	May 14
Handweeding	6		Nov. 14	Nov. 17	May 10	May 12
Weedy check			Nov. 16	Nov. 20	May 11	May 14

@ Planting date : September 14, 1990.
@@ Planting date : March 4, 1991.
@@@WAP : weeks after planting.

Table 4. Effects of paraquat and glyphosate or handweeding on weed density (WD) and weed dry weight (WDW) at corn harvest as influenced by application timing and method.

Herbicide	Time of treatment	Shielding	Fall 1990		Spring 1991	
			WD	WDW	WD	WDW
	WAP@		pl m^{-2}	g m^{-2}	pl m^{-2}	g m^{-2}
Paraquat	2	Yes	142	42.5	124	31.9
	2	No	122	37.0	106	27.9
Glyphosate	2	Yes	132	38.7	120	30.5
	2	No	108	36.3	96	26.6
Handweeding	2		243	78.4	170	52.3
Paraquat	4	Yes	101	36.4	98	27.1
	4	No	85	31.6	84	25.9
Glyphosate	4	Yes	88	30.3	92	26.1
	4	No	66	24.5	70	24.1
Handweeding	4		149	42.3	118	30.8
Paraquat	6	Yes	87	31.1	80	26.6
	6	No	73	26.5	69	23.3
Glyphosate	6	Yes	69	25.1	68	23.8
	6	No	55	22.4	54	18.1
Handweeding	6		115	38.6	93	27.6
Weedy check			309	129.4	252	89.9
LSD@@ (0.05)			15	4.8	13	3.5

@ WAP : weeks after planting.
@@Fisher's Least Significant Difference Test at the 5% probability level.

Discussion

Paraquat and glyphosate are two widely used herbicides in weed control programs in Taiwan due to their non-seclective and broad-spectrum properties and rapid efficacy. Mispractices of these herbicides on crops may induce severe plant injury. Wehtje et al. (1986) reported that the drift of paraquat to peanuts results in foliar injury. Glyphosate was found to reduce both sugarcane yield and sugar yield at the concentration of 0.2 kg ha^{-1} and above (Richard, Jr., 1991). This study was carried out to investigate effects of paraquat and glyphosate on corn growth and yield as influenced by application timing and method. Such information is crucial to proper weed management, with maximum weed control while avoiding crop injury.

The results indicated that applications of paraquat and glyphosate, with or without shielding, at 2, 4, or 6 weeks after planting reduced weed density and weed dry weight in corn fields, relative to the handweeding counterparts. However, the growth and yield of corn was compensated due to plant injury. Both plant height and leaf area measured at the 50% silking were slightly reduced by herbicide applications. Without shielding, the additional 15 % and 15 and 10% reductions of plant height were observed by the influence of glyphosate and paraquat, respectively, in 1990 and 1991. More than 20 and 25% reductions of leaf area were calculated by applications of paraquat and glyphosate, respectively, in both years.

It was no surprise that corn yield was decreased. Compared to the shielded plants, less than 25, 40, and 45% and 25, 25 and 40% of corn yields were harvested when paraquat and glyposate, respectively, were applied without shielding at 2, 4, or 6 WAP due to severe plant injury. The effective plant percentage was significantly reduced, which was the primary factor causing yield reduction, in addition to the decrease of ear weight and kernel weight. With maximal value of about 45% of the EPP can only be expected if these herbicides were applied before 6 WAP. Nevertheless, except in the cases of glyphosate applied without shielding before 4 WAP, weed control practices applied as early as 2 WAP would ensure uniform tasseling and silking.

As a result, paraquat and glyphosate applied in the early vetgetative stage of corn are not recommended. Proper shielding should be carried out to eliminate corn injury if the applications of these two herbicides are indispensable.

References

1. Anonymous. 1990. Plant Protection Manual (1990). p. 503—504. Taiwan Agriculture and Forest Department, Taiwan, ROC.
2. Baird, D.D. and G.F. Begeman. 1972. Postemergence characterization of a new quackgrass herbicide. Proc. Northeast. Weed Sci. Soc. 26 : 100—106.
3. Chiang, Y.J. and L.S. Leu. 1987. Weed flora in corn field and their control in Taiwan. Weed Sci. Bull. 8 : 1—13.
4. Claus, J.S. and R. Behrens. 1976. Glyphosate translocation and quackgrass rhizome bud kill. Weed Sci. 24 : 149—152.
5. Duke, S.O. 1988. Glyphosate. p.1—71. In Herbicides. Vol.3. Chemistry, Degradation and Mode of Action. P.C Kearmey and D.D. Kaufman, eds. Marcel-Dekker, New York.
6. Fedtke, C. 1982. Biochemistry and Physiology of Herbicide Action. p.202. Springer-Verlag, Berlin.
7. Franz, J.E. 1985. Discovery, development and chemistry of glyphosate. p.3—22. In The Herbicide Glyphosate. E. Grossbard and D. Atkinson, eds. Butterworths, London.
8. Kells, J.J. and C.E. Rieck. 1979. Effects of illuminance and time on the accumulation of glyphosate in johnsongrass(*Sorghum halepense*). Weed Sci. 28 : 93—96.
9. Richard, Jr., E.P. 1991. Sensitivity of sugarcane (*Saccharum* sp.) to glyphosate. Weed Sci. 39 : 73—77.
10. Sprankle, P., W.F. Meggitt, and D. Penner. 1975. Absorption, action, and translocation of glyphosate. Weed Sci. 23 : 235—240.
11. Stall, W.M., S.R. Kostewicz, and R.L. Brown. 1987. Reduction in control of common nightshade (*Solanum americanum*, Mill.) by paraquat due to copper fungicides. Proc. Florida State Hortic. Soc. 100 : 222—224.
12. Wehtje, G.R., J.A. Mc Guire, R.H. Walker, and M.G. Patterson. 1986. Texas panicum (*Panicum texanum*) control in peanuts (*Arachis hypogaea*) with paraquat. Weed Sci. 34 : 308—311.
13. Wilcut, J.W., G.R. Wehtje, T.A. Cole, T.V. Hicks, and J.A. Mc Guire. 1989. Postemergence weed control systems without dinoseb for peanuts(*Arachis hypogaea*). Weed Sci. 37 : 385—391.
14. Wilcut, J.W. and C.W. Swann. 1990. Timing of paraquat applications for weed control in Virginia-type peanuts(*Arachis hypogaea*). Weed Sci. 38 : 558—562.

巴拉刈及嘉磷塞噴施期和噴施法對玉米生長與產量之影響[1]

楊純明[2] 張富洲 白麗花 洪秀寶 梁千秀

摘 要

本文旨在調查與比較殺草劑巴拉刈〔(paraquat), 1, 1′-dimethy-4，4′-bipyridinium dichloride〕；及嘉磷塞〔(glyphosate), N-（phosphonomethyl）glycine〕噴施期和噴施法對玉米臺農一號生長與產量之影響。田間試驗係在臺灣省農業試驗所農場，分別於1990年秋作及1991年春作進行。相對於同期人工除草處理者，在玉米播種後2，4及6週噴施巴拉刈（24%溶液，3公升／公頃）及嘉磷塞（41%溶液，5公升／公頃）雖然具有較佳除草效果，玉米生長與產量則受到抑制。若未經遮蔽保護措施直接噴施於田間，將因造成植株傷害而進一步降低玉米生長與產量。與遮蔽保護措施者相互比較下，噴施巴拉刈及嘉磷塞後於50%吐絲期時所測得之株高與葉面積在1990年及1991年分別下降超過10%及20%和15%及25%。但是，兩季產量均分別減少50%和60%。經過產量分析後發現，穗重、籽粒重及有效株數百分比在春作皆因噴施此兩種殺草劑而降低，尤以後者爲然。秋作則以有效植株百分比減少爲主。未經遮蔽保護措施者更行嚴重。除了嘉磷塞在玉米播種後4週前噴施者外，本試驗之各種除草處理及除草時期均未明顯改變達到50%雄穗開花及雌穗吐絲所需要時間。綜此結果顯示，巴拉刈及嘉磷塞不適合在玉米營養生長初期作爲除草藥劑，因故必須使用時，當施予適當遮蔽保護措施以減少玉米植株傷害。

關鍵詞：巴拉刈、嘉磷塞、玉米、生長、產量、噴施期、噴施法。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1627 號。
2. 臺灣省農業試驗所副研究員、助理及約雇助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

臺灣本地種桃樹的低溫需求評估[1]

歐 錫 坤[2]

摘要：本地種桃樹與新選雜交後代低溫需求量的評估方法，是比較「關鍵」栽培種 (key cultivars) 與待評估品種間的花期早晚。由此法得知本地種 '鶯歌桃' 低溫需求量為125個低溫單位(chill unit, CU)，'苦桃' 為150 CU，'雞膠桃' 為175 CU。而4個新選雜交後代為125 CU 至190 CU之間。

本試驗採用並比較三種不同模式，來評估臺灣地區12年來冬天的實測低溫結果：(1)低於12.9°C的累計小時數有406小時；(2)依低需冷性油桃模式 (low-chill nectarine model) 計算有359 CU；(3)依高需冷性桃的猶他模式 (Utah model) 計算，則有－1,436 CU。若以關鍵栽培種 'Folrdagold' (325 CU) 的花期表現來驗證此一評估結果，即可發現臺灣中部冬天的低溫供給量為360 CU 是相當合理的。

關鍵詞：桃、關鍵栽培種、低溫需求、低溫小時、低溫單位。

植物的休眠 (dormancy) 是一種發育的形相 (phase)，每年皆會定期發生，以便植物在寒冬過後仍能生存。通常休眠可定義為「可見的植物生長暫時中止的一種狀態」[16]。Lavee (1973) 強調休眠並不需要停止所有生化的進展，一些重要的分化過程皆可在休眠器官中正常發生，並且會慢速穩健地增加芽體的重量[10]。

桃樹栽培首先得考慮種植地點冬天的低溫範圍如何？該地區低溫累計小時數的多少？是何種冬天低溫地帶(winter chilling regions)？然後再針對桃樹完成休眠(rest completion)所需低溫單位的多寡，來選擇種植對象，務必使立地條件所能供給的低溫量與種植品種休眠性的深淺相互配合，以免造成種植後適應不良，並確保栽培成功。本省由於地處亞熱帶地區，對於冬天低溫的供給量或本地種落葉果樹的低溫需求量等方面的研究較少，實有必要加強基礎研究，建立基本資料，以供栽培或育種上的參考。

建立一套精確有效的模式，來評估桃樹栽培種的低溫需求量是相當困擾的工作。因為在打破休眠 (breaking dormancy) 過程中很難清楚地定出各種不同低溫界限對完成休眠所產生的效果。早於1920年 Coville 指出低溫並不是需要冷凍的意思；他同時發現較冷凍稍高一點的溫度可以有效地打破藍莓 (blueberry) 的休眠[5]。Chandler 與 Tufts (1934) 注意到溫度在－1°～0°C之間對於促進桃樹萌芽非常有效[3]。然而 Chandler 等人 (1937) 後來又報告0.5°～4.5°C間的溫度與冷凍溫度同樣有效或甚至更佳，但是9°C的溫度效果就比較差[4]。1950年 Weinberger 繼 Hutchins 之後，提出低於7.2°C (45°F) 的累計低溫小時數 (hours of chilling) 來評估桃樹栽培種的低溫需要量[22,23]。但是1971年 Erez 和 Lavee 利用人工控制情況下，卻認為6°C (43°F) 對完成休眠的效應較其他所使用的溫度更有效。他們同時認為10°C (50°F) 對打破休眠的效果，只有6°C的一半；3°C (37.4°F) 與8°C(46.4°F)為6°C的90%。當21°C (70°F) 以上的高溫與低溫交替出現時，將會使低溫效果變成無效[7]。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1628 號。本研究承蒙行政院農業委員會之經費補助(計畫編號82農建12.2—糧—55—12)，並承蒙張紅蓮小姐、陳玉如小姐與劉秀慧小姐協助資料調查、整理等工作，謹致謝忱。
2. 本所園藝系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

1974年 Richardson 等人在美國猶他州州立大學所建立的模式更爲詳細，他們認爲 1 CU 是相當於暴露在 6°C（43°F）1小時的時間，當溫度從最適當值上升或下降時，其 CU 值便少於1，溫度超過15.6 °C（60°F）時，CU 的累計變成負值，溫度低於0°C時，CU 值爲0[11]。後來 Erez 和 Couvillon（1982）報導在連續低溫下，打破桃樹葉芽與花芽的休眠最大效果是發生在8°C；在0°C和12°C尙有些微效果，在14°C則無任何效果[6]。

Rouse 1989年認爲一般亞熱帶地區所種植的桃樹栽培種低溫需要量通常都少於200 CU[12]。目前溫帶國家桃樹的栽培種大都在400-1,200 CU之間[13]，且這些品種冬季所需最適當的低溫約7°C左右[22,23]。然而本省桃樹栽培，如新近由農試所命名推廣的 '臺農甜蜜' 桃（原名 'Premier' 來自巴西）需要150 CU，在臺中縣霧峰鄉冬天幾乎很少有低於7°C的生長環境，但其開化結果仍然非常正常。由此可見在本省探討落葉果樹的低溫需求，無形中更加困難。然而究竟應採取何種方法來探討本省本地種桃樹如 '鷹歌桃'、'苦桃' 和 '雞慶桃' 等不同品種的低溫單位；或如何評估本所新選優良雜交後代所需的低溫單位，以爲將來新品種命名時低溫需求量的資料來源，這些均爲本研究的目的。

本試驗擬採用國際間已知低溫單位的桃樹爲「關鍵」栽培種，來評估本省本地種桃樹及本所新選優良雜交後代的低溫單位。同時並採用 Gurdian 和 Biggs[9] 與 Sharp[18]所設定的12.8°C(55°F) 爲低溫的臨界點；或模擬 Richardson 等人[11] 針對高需冷性桃的猶他模式；或模擬 Gilreath 和Buchanan[8] 針對低需冷性油桃所建立的模式等三種方案，來估算本省冬季實際的低溫單位累計量，與供試品種在本省種植環境下的實測低溫單位。

材料與方法：

1980年臺灣省農業試驗所在行政院農委會統籌之「改善農業結構提高農民所得方案一農業科技研究計畫」項下，進行「果樹作物新品種之開發引種與育種」計畫，自「日本果樹試驗場」以枝條方式引入100多個桃栽培種，於該年初嫁接在砧木 '苦桃' 上，進行繁殖與隔離檢疫等工作。

同一年年底於本所果樹試驗園，再以 '苦桃' 爲砧木，將進行隔離檢疫的苗木，採取發育正常無任何病害感染的枝條，進行第二次嫁接，每一品種嫁接2株，以供試種調查。並將苗圃中第一次嫁接繁殖的植株全部燒燬。截至1989年止，本所前後共引進213個桃樹栽培種觀察試種。經多年來不斷引種與試種，目前計有鮮食桃22種，油桃5種，蟠桃1種及罐桃1種等適合在平地開花結果，其品質較本省低海拔地區所種植的栽培品種爲優，而遜於高冷地品種[1]。本試驗即以這些適應平地生長的栽培種爲材料，進行下列各項試驗。

一、利用已知低溫需求量的栽培種，以花期早晚評估待測栽培種的低溫需求量：

本試驗所採用的材料，計有桃樹栽培種 'Flordagold' 325 CU[20], 'Flordaking' 450 CU[2]，'Flordared' 100 CU[15], 'Okinawa' 75 CU[1], 'TropicSnow' 200 CU[14,19]，'TropicSweet' 175 CU[12,13]，和 '臺農甜蜜' 150 CU[1]等爲「關鍵」栽培種。並以本地種如 '苦桃'，'雞慶桃' 和 '鶯歌桃' 等，和929株經由人工雜交或自然雜交而來的實生苗後代，經過初選擇優汰劣而來的4個新選優良雜交後代'76—12'，'76—18'，'76—44'，及'76—69'等爲待評估品種。

從1991年1月15日開始，每隔7天以計數器調查一次田間品種保存園各栽培種的開花數與結果數，至3月26日花期結束爲止，每一供試品種調查2株，取其平均值。1992年的調查方法是每星期調查2次開花數與著果數。始花期的判定爲約有5%的花朵開放，盛花期（full bloom）的判定爲60—80%的花朵開放。當芽體腫大至可看見粉紅色花苞時，爲計算開花數的標準；當花瓣脫落，小果出現時爲計算著果數的標準。由於花芽萌放之初無法預測全株有多少的開花數量，所以用計數器每星期調查一次供試材料的開花數目與著果數，至花期近尾聲，葉片與小果陸續出現爲止。然後再以調查終結前，每品種所表現的最大的開花數目（包括著果數）爲分母，每星期所調查的開花數（包括小果）爲分子，

以決定開花過程中始花期與盛花期的發生點。

二、利用本省冬季氣象資料估算桃栽培種的低溫累計小時數與低溫單位：

桃栽培種低溫需求量的估算，首先得調查桃樹開始感應低溫的日期（initiation dates of chilling），然後由此爲起點，以各不同栽培種的盛花期爲終點，來計算各栽培種在本省環境下低溫的累計量。本試驗從1980年11月中旬起，開始記錄每天24小時的溫度變化，至1992年3月底止，前後調查此12年間的多天溫度資料，以增加試驗結果的準確度。低溫的估算採用三種方式，即以12.8°C爲臨界點（包括12.8°C），低需冷模式及高需冷模式等三種，詳見表1。

表1. 本試驗所採用不同學者所衡量的低溫單位

Table 1. Appilcation of different chill units calculated by several authors.

Chill unit values	Corresponding temperatures (°C)		
	A	B	C
0		−1.0	<1.4
0.5		1.8	1.5—2.4
1.0	≦12.8	8.0	2.5—9.1
0.5		14.0	9.2—12.4
0		17.0	12.5—15.9
−0.5		19.5	16.0—18.0
−1.0		21.5	>18

A：Gurdian and Biggs (1964), Sharp (1969), Accumulation of hours of temperature of 12.8°C(55°F) or lower.

B：Gilreath and Buchanan (1981), in low-chilling nectarine.

C：Richardson et al. (1974), in high-chilling peaches.

結果與討論

一、利用關鍵栽培種的花期早晚評估本地種低溫需求量

本試驗所採用的「關鍵」栽培種，其低溫單位各爲75，100，150，175，200，325及450等，由於低溫單位的差異，其休眠程度的深淺也就不同，導致花期的表現也不一致，在1991年可從1月15日維持至3月16日，達2個多月之久，詳見表2。以這些花期早晚當作指標，與本地種或新選雜交後代的花期相互比較，從而推算出本地種與優良雜交實生苗的低溫需要量。因此對提供指標桃樹品種的始花期（5%開花）與盛花期（60—80%）在開花過程中的界定，需採取「數量化」的方式才能建立評估的標準點，亦即當最後花期結束時，總開花數與總結果數爲分母，每一調查日期所得開花數與結果數的總和爲分子，來計算每一待評估品種何時是始花期（>5%），何時是盛花期（60—80%）的發生點，其結果詳見表2，以便互相比較與評估。

表2. 1991年利用已知低溫需求單位的栽培種花期早晚決定待測栽培種的低溫需求單位

Table 2. Determination of chill units for unknown units of peaches comparing blooming dates with known cultivars at Wu-feng, Taichung, Taiwan in 1991.

Estimated CU of key cultivars		Blooming dates and number of opening flowers										
		1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26	3/5	3/12	3/19	3/26
Okinawa	75	37.5	89.5*	203	288.5 (9.5)	702** (66.5)	964.5 (154.5)	1,081 (170)				
Flirdared	100	3	8	36.5*	42 (0.5)	191** (16)	198 (25.5)	327 (173)				
Premier	150				14.5	60.5* (1)	515.5** (5)	643 (34.5)				
TropicSweet	175				2.5	13.5* (1.5)	30 (3)	31.5** (19)	37.5 (29.5)	48.5 (34)		
TeopicSnow	200					1.5	44*	73 (8.5)	115** (70)	137.5 (106)		
Flordagold	325				0.5	1.5	8* (1)	11 (7)	12.5** (19.5)	11.5 (25.5)		
Flordaking	450								3.5*	8 (4.5)	13** (5)	14.5 (4.5)
Evaluated CU for unknown units of peaches												
In-ge taur	125			34	73* (2)	176.5 (6.5)	541.5** (15.5)	709.5 (146.5)				
Ji-ching taur	175					6.5*	34 (1)	55** (28)	39.5 (30)			
76—12	165							***				
76—18	150						***					
76—44	160							***				
76—69	175							***				

* : Start bloom: more than 5% of flowers open, number of fruit setting given in the parenthesis.
** : Full bloom: 60—80% flowers open and considered as the date of rest completion.
*** : Date of full bloom: '76—12' Feb. 23, '76—18' Feb. 20, '76—44' Feb. 22, and '76—69' Feb. 26.

經調查結果在來種 '鶯歌桃' 始花期爲2月5日，盛花期爲2月19日。在此花期附近的品種中，早的有 'Flordared'，始花期爲1月29日，盛花期爲2月12日；晚的有 'Premier'，始花期爲2月12日，盛花期爲2月19日，由此可推出 '鶯歌桃' 的 CU 是介於 'Flordared'的100 CU 與 'Premier'的150 CU之間，而獲得的評估值爲125 CU。同理，其他有待評估的桃樹低溫單位如下：'雞慶桃'爲175 CU，優良雜交後代 '76—12'爲165 CU，'76—18'爲150 CU，'76—44'爲160 CU，及'76—69'爲175 CU。

從表2的結果顯示低溫需求量少的栽培種，開花期也較早，如 'Okinawa' (75 CU) 開花時期從1月22日至2月12日。低溫需求量多者開花期也就較慢，如 'Flordagold' (325 CU) 與'Folordaking' (450 CU) 在霧峰地區 (海拔50公尺左右) 的開花時期可延長至2月19日至3月19日之間，但其開花結果的數量並不多，這可能與樹勢強弱及當年低溫累積量的高低有關，1991年低於13.1°C以下的小時數僅有185小時，或27 CU(表6)。低溫需求量在 200 CU 以內的栽培種如 'Okinawa'，'Flordared'，'Premier'，'TropicSweet'和'TropicSnow'等開花著果數則相當多，例如 'Okinawa'的開花結果數

量高達1251個。此一結果與1989年 Rouse 年所發表的結論相吻合，即「亞熱帶地區所種植的桃樹栽培種，低溫需要量通常少於200 CU」[12]。據表2所評估的本地桃樹栽培種 '鶯歌桃' 125 CU 與 '雞慶桃' 175 CU等，也都能印證 Dr. Rouse 的結論。

第二年低溫需求量的評估結果詳見表3。1992年由於溫度較1991年爲低（見表4），較早滿足低溫需求，所以「關鍵」栽培種的始花期較1991年提前5—13天左右。由於溫度略低，同時造成開花期延長7—8天的現象，如 'Premier' 與 'Flordgold'。'鶯歌桃' 低溫單位的評估值與去年相同，'苦桃' 爲150 CU，新選雜交後代的低溫單位評估值如下：'76—12'爲165 CU，'76—18'爲150 CU，'76—44'爲160 CU，'77—69'爲175 CU等。若與1991年相較，則高出13—40 CU。

有關桃樹各栽培種的冬天落葉休眠情形，於1991年12月9日全園約有40%—50%落葉現象，至23日約有60—70%左右，故於12月31日全園噴灑夏油（22倍）與大滅松，促進桃樹完全落葉並進行冬季介殼蟲的全面防治。提早噴夏油可以促進枝條提早開花，延至12月底噴佈夏油，使夏油對促進打破休眠的作用降至最少程度，以提高本試驗調查的正確性。

表3. 1992年利用已知低溫需求單位的栽培種花期早晚決定待測栽培種的低溫需求單位

Table 3. Determination of chill units for unknown units of peaches based on relative order and blooming dates of known key cultivars at Wu-feng, Taichung, Taiwan in 1992.

Estimated CU of key cultivars		Blooming dates and number of opening flowers												
		1/9	1/16	1/23	1/30	2/7	2/13	2/20		2/27	3/2		3/12	3/23
Okinawa	75	39 (1.5)	119.5* (1)	187.5 (24)	358 (69.5)	388** (336.5)	433 (779)							
Flordared	100	8 (1)	11.5* (1)	10.5 (11)	26 (20.5)	31.5 (36)	65.5** (74)	81.5 (85.5)		55 (131)				
Premier	150			3.5	33 (7.5)	52.5* (18)	51.5 (85)	81.5 (133.5)		333** (199.5)	336.5 (565.5)			
Flordagold	325		1	3.5	5 (0.5)	9 (3)	11* (15)	16 (20)		26 (25)	64.5 (44)		51** (165)	50.5 (223)
Evaluated CU for unknown units of peaches									2/24			3/9		
In-ge taur	125			20.5	77* (10.5)	104 (48)	191.5 (122)	250.5** (314.5)		287 (488)	171 (692)			
Kuu taur	150									**				
76—12	125					4	28* (4)	223** (36)		52 (364)				
76—18	137						9* (1)	66 (18)	79** (31)	34 (104)				
76—44	125					9*	18 (8)	54** (42)		39 (83)				
76—69	190							1		11*	89** (6)	38 (94)		

* : Start bloom: more than 5% of flowers open, number of fruit setting given in the parenthesis.

** : Full bloom: 60—80% flowers open and considered as the date of rest completion.

二、各栽培種在臺中地區實測低溫累計小時數與實測低溫單位

從1980年至1992年本省臺中地區冬天一般的氣象資料詳見表4，通常以1月份的最低平均溫12.4°C與平均溫度16.2°C爲最低；但是1月份的平均溫在Richardson 等人所評估高需冷性桃的模式中，其低溫單位爲－0.5；在低需冷性的油桃模式中的低溫單位爲0。在12月，1月，2月等3個月的最高平均溫均超過21.5°C，此爲 Gilreath 與 Buchanan 評估低需冷性油桃低溫單位爲－1的溫度。

表4. 從1980至1992年臺中地區冬天最高最低與平均溫度記錄

Table 4. The winter temperature record at Taichung, Taiwan from 1980 to 1992.

Year	December			January			February			March		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
						(°C)						
1980～1981	23.7	11.9	16.7	22.8	10.9	15.6	23.3	13.7	17.5	26.1	17.7	21.0
1981～1982	22.1	12.2	16.4	21.7	10.8	15.3	21.7	13.6	16.7	24.7	16.2	19.8
1982～1983	22.6	12.8	16.9	20.4	12.8	15.9	18.7	13.0	15.4	22.2	14.9	17.9
1983～194	21.8	12.1	16.1	20.4	11.7	15.2	20.9	12.7	15.7	22.9	15.0	18.2
1984～1985	22.6	13.1	16.9	21.6	12.2	16.0	20.8	14.4	17.0	21.8	13.9	17.1
1985～1986	22.5	12.3	16.8	20.5	10.1	14.6	18.7	11.4	14.6	23.1	14.0	18.1
1986～1987	23.3	13.6	18.0	21.9	11.8	16.2	23.3	13.4	17.4	25.9	16.7	20.7
1987～1988	22.3	13.7	17.4	22.8	14.5	17.8	22.2	14.1	17.1	21.9	14.6	17.6
1988～1989	22.5	12.1	16.4	21.9	13.9	17.1	22.1	13.0	16.8	23.4	14.3	18.2
1989～1990	22.4	12.7	16.8	21.6	13.7	17.0	23.8	15.3	18.6	24.0	15.5	19.1
1990～1991	24.4	14.7	18.7	22.7	13.9	17.2	23.1	13.8	17.6	26.4	18.1	21.4
1991～1992	24.0	14.2	18.2	21.1	12.3	16.0	20.3	12.6	15.8	25.3	16.8	20.2
Average	22.9	13.0	17.1	21.6	12.4	16.2	21.6	13.4	16.7	24.0	15.6	19.1

A：Means of daily max.
B：Means of daily min.
C：Means of monthly.

有關低溫需求量的評估，首先得知道桃樹開始感應低溫的日期，依 Richardson 等人[11]所採用的判斷方法是最大負值發生後的次一天即爲開始累計低溫量的起點。本省至11月中、下旬，每天的低溫單位皆爲－24，當最後一次的最大負值出現後的次一天(少於－24 CU)，即爲開始感應低溫的日期，自1980年以來，臺中地區開始感應低溫日期詳如表5。

表5. 從1980至1991年臺中地區低需冷性桃栽培種開始感應低溫的日期

Table 5. Initiation dates of chilling of low-chill peaches in Taichung area from 1980 to 1991.

Year	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Initiation dates of chilling[z]	Nov 24	Nov 27	Nov 30	Nov 2	Nov 19	Nov 18	Nov 25	Nov 28	Nov 18	Nov 28	Nov 23	Nov 9

[z]：Based on accumulation starting the following day after maximum negative occurs.

確定累計低溫的起點後(表5)，便可著手計算各不同模式的低溫累計量，若以3月底爲終點，臺中地區自1980年至1992年的實際低溫累計量詳如表6。若採用 Gurdian 與Biggs[9]或 Sharp[18] 所認定的

12.8°C爲臨界溫度，則低於12.9°C的累計小時數，12年來的平均值爲406.2小時；若是採用 Gilreath 和 Buchanan 的低溫模式來計算，其低溫單位12年間的平均值爲358.6 CU。此結果與12.9°C以下的累積小時數相較略有差距。

1964年 Gurdian 與 Biggs 認爲亞熱帶地區週期變化短(short cycle)，低需冷性桃樹栽培種獲得的低溫當中，其所需的低溫範圍較高[9]；依 Sharpe 1969年的經驗爲：當冬天溫度範圍在13°C，無需任何低於7°C的溫度，低需冷性桃的生育就能表現得非常完美[18]。這些學者的研究觀點與本省低需冷性桃的生育表現（表2和表3）或溫度資料的統計分析（表6）等皆非常吻合。

若是以高需冷性桃所採用的猶州模式來計算，12年間的平均值爲－1,436 CU。可見溫帶地區所發展的評估模式在地屬亞熱帶地區的臺灣是無法適用的。

表6. 從1980至1992年臺中地區從開始感應低溫日期至3月底爲止利用各種不同模式計算的累積低溫單位

Table 6. Accumulated chill units from initation days of chilling to March 31 from 1990 to 1992 of Taichung area calculated by different models.

	Accumulated chill units		
	Hours below 12.9°C	Low-chill model[z]	High-chill model[y]
1980～1981	488	58.5	－ 1,494
1981～1982	422	672.0	－ 1,188
1982～1983	497	901.5	－ 1,000.5
1983～1984	587	651.0	－ 1,354
1984～1985	343	673.5	－ 1,318.5
1985～1986	691	665.5	－ 1,057
1986～1987	354	−62.5	－ 1,669.5
1987～1988	230	395.5	－ 1,500
1988～1989	492	470.5	－ 1,342
1989～1990	286	203.0	－ 1,506.5
1990～1991	152	−352	－ 1,952.5
1991～1992	332	27	－ 1,849.5
Average	406.2	358.6	－ 1,436

z : Gilreath and Buchanan (1981), in low-chilling nectarine.
y : Richardson et al.(1974), in high-chilling peaches.

臺中地區以不同評估模式所得低溫單位正負之間差異非常懸殊（表6），爲何在休眠時期芽生長的溫度範圍會變成較寬廣呢？1985年 Saure 提出所謂溫度反應的雙向模式（dual model），即休眠初期便有兩種互相獨立或互相重疊而且區別分明的溫度相互反應，其中一種是在於促進「休眠解放」(dormancy release），而另一種是在於抑制「休眠解放」[17]。Saure 據此溫度反應的雙向模式解釋溫度範圍變寬而能促進打破休眠芽（budbreak）的問題：當深休眠期間接受少許低溫刺激後，對於「休眠解放」僅有些微的促進作用，此時對於「休眠解放」仍具有很強的抑制潛能。所以在深休眠時溫度雖低於10°C，其低溫單位仍將變成負值。到了休眠末期，低溫供給量已能滿足「休眠解放」，此時抑制潛能變小。只有當溫度高達19.5°C以上，低溫單位的換算值才會變成負數[17]。1964年 Vegis 主張在休眠後期，促進萌芽的溫度範圍會有變寬趨勢，此時由高溫度所引起的萌芽抑制作用會縮小，

甚至消失[21]。依此假說本試驗中 'Folrdaking' 低溫實測結果爲－170 CU，或182小時（見表7），但還能照常開花結果便能得到合理的解釋。

又若此一推論是正確的，則 Richardson 等人採用猶他模式所計算的低溫單位則是一種平均值。此一平均值並不能反應亞熱帶地區果樹從深休眠至休眠末期所增加的正值的低溫單位量，和在較高溫度時所減少負值的低溫單位量，所以出現低需冷性桃樹栽培種在本省氣候條件下生育良好（表2和表3），但實際計算的低溫單位卻出現負值的矛盾現象（表6）。

各「關鍵」栽培種與待測栽培種從開始感應低溫的日期至盛花期間所累計的低溫小時數與眞正感應的低溫單位評估值詳如表7。1991年低溫累計小時數在2月26日達最高爲158小時，此後即不再有低於12.9°C的溫度，以致於 'Flordaking' 的盛花期在3月19日，若以低需冷性油桃模式來評估，其低溫單位出現－170 CU 的現象。

表7. 臺中地區各低需冷性桃栽培種以不同模式所測得實際低溫單位

Table 7. Estimated and actual chill units of various low-chill peaches in Taichung area.

Cultivars	Okinawa	Flordared	鶯歌桃	Premier	雞慶桃	Tropic Snow	Flordagold	Flordking
Estimated CU	75	100	125	150	175	200	325	450
Actual CU	A 95	A 95	A 97	A 97	A 157	A 158	A 158	A 158
in 1991	B −5.5	B −5.5	B 2	B 2	B 76	B 10.5	B 10.5	B −170
Actual CU	A 228	A 243	A 266	A 304	A —	A —	A 332	A —
in 1992	B 38	B 127.5	B 207	B 283.5	B —	B —	B 272	B —

A：Accumulation of hours of 12.8°C or lower.
B：Gilreath and Buchanan (1981), in low-chilling nectarine.

1992年低於12.9°C的低溫累計小時數最高爲332小時，足以供應325 CU以下的栽培種打破休眠之需，尤其是當 'Okinawa'(75 CU)盛花時，低溫累計小時數即已高達228小時。若是以低冷性油桃的模式來評估 'Premier' 的 CU，可達283.5 CU(其盛花期爲2月27日)。當 'Flordagold' 的盛花期3月12日來臨時，低溫單位反而降低至272 CU，可見從2月底後溫度已逐漸上升(表4及表7)。由於每一年冬天的氣溫變化相當大，中部地區低溫單位的變化範圍可從－352 CU 至901 CU(表6)。因此低溫單位較高的栽培種，如 'Flordagold' 或 Flordaking'，有些年份冬天低溫單位較高，樹體生育良好；有些年份低溫單位較低甚至爲負值，生育就不如理想。

由此可見本省在平地或淺山坡地發展高品質的水密桃，所採用的策略不論是由國外引種或由雜交育種，種原的收集與利用方面，應以低溫需求量在325 CU('Folrdagold')以下的栽培種爲主要考量對象，低溫需求量在450 CU 左右的栽培種 ('Folrdaking')(表2)，可能已是品種選擇考量的極限。因1991年 'Flordaking' 的盛花期在3月19日，低溫累計小時數僅爲158小時，若以低溫單位衡量則爲－170 CU(表7)，由此顯示，氣候條件已經很難滿足此一栽培種所需的低溫需要量。

參考文獻

1. 溫英杰，徐信次，林學正，呂明雄，蔣明南・1988・低海拔桃品種改良初報・中華農業研究37(4)：405—415。
2. Andrews, C. P., W. B. Sherman, and P. M. Lyrene. 1979. 'Flordaking' peach. HortScience 14(1): 81—82.
3. Chandler, W. H. and W. P. Tufts. 1934. Influence of the rest period on opening of buds of fruit trees in spring and on development of flower buds of peach trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 30: 180—

186.

4. Chandler, W. H., D. S. Brown, M. H. Kimball, G. L. Philp, W. P. Tufts, and G. P. Weldon. 1937. Chilling requirements for opening of buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. Bull. 611. Calif. Agr. Expt. Sat.,Berkeley.
5. Coville, F. V. 1920. The influence of cold in stimulating the growth of plants. J. Agr. Res. 20: 151—160.
6. Erez, A. and G. A. Couvillon. 1982. The effect of climatic conditions on breaking the rest in peach buds: a reassessment of chilling requirement. p. 1142. In: Abstr. 21st Intern. Hort. Congr, Vol. 1, Hamburg.
7. Erez, A. and S. Lavee. 1971. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I. Temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 711—714.
8. Gilreath, P. R. and D. W. Buchanan. 1981. Rest prediction model for low-chilling 'Sungold' nectarine. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 426—429.
9. Gurdian, R. J. and R. H. Biggs. 1964. Effect of low temperatures on terminating bud dormancy of 'Okinawa', 'Flordadawn', 'Flordahome' and 'Nemaguard' peaches.Proc. Fla. State Hort. Soc. 77: 370—379.
10. Lavee, S. 1973. Dormancy and bud break in warm climates; considerations of growth regulator involvement. Acta Hort. 34: 225—234.
11. Richardson, E. A., S. D. Seeley, and D. R. Walker. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience 9: 331—332.
12. Rouse, R. E. 1989. Peach and nectarines for Texas' subtropical lower Rio Grande Valley. Fruit Varieties Journal 43(2): 52—57.
13. Rourse, R. E. and W. B. Sherman. 1987. 'TropicSweet': A freestone peach for subtropical climates. HortScience 22: 169—170.
14. Rouse, R. E. and W. B. Sherman. 1989. 'TropicSnow': A freestone, white-flesh peach for subtropical climates. HortScience 24(1): 164—165.
15. Rouse, R. E., W. B. sherman, and R. H. Sharpe. 1985. 'Florda Grande': A peach for subtropical climates. HortScience 20(2): 304—305.
16. Samish, R. M. 1954. Dormancy in woody plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 5: 183—203.
17. Saure, M. C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Horticultural Reviews 7: 240—300. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
18. Sharpe, R. H. 1969. Subtropical peach and nectarines. Proc. Fla. State Hort. Soc. 82: 302—306.
19. Sherman, W. B. and R. E. Rouse. 1989. Five new low-chill peach cultivars. Fruit Varieties Journal 43(3): 120.
20. Sherman, W. B., J. Rodriguez and E. P. Miller. 1984. Progress in low-chill peaches and nectarines from Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 97:320—322.
21. Vegis, A. 1964. Dormancy in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 15: 185—224.
22. Weinberger, J. H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56:122—128.
23. Weinberger, J. H. 1956. Prolonged dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to winter temperatures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 107—112.

Chilling requirements of local peach trees in Taiwan[1]

S. K. Ou[2]

Summary

Chilling requirements of local cultivars and new selections were determined by comparing blooming dates with "key" cultivars. The chilling requirements estimated in terms of chilling unit (CU) were 125, 150 and 175 for local cultivars 'Ing-ge taur', 'Kuu taur' and 'Ji-ching taur' respectively. Four new selections required 125 CU to 190 CU to break the dormancy.

Three models were used and compared to evaluate the accumulated CU in Taichung area for 12 years in this study:1) accumulation of 406 hours below 12.9°C; 2) accumulation of 359 CU according to the low-chill nectarine model; and 3) accumulation of −1,436 CU according to the high-chill peach model (Utah model). Comparing these CU values with blooming date of key cultivar-'Flordagold' (325 CU), it was very reasonable to estimate 360 CU for Taichung area during the winter.

Key words: *Prunus persica,* key cultivars, chilling requirement, chilling hours, chill unit (CU)

---

1. Contribution No. 1628 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from Council of Agriculture, Republic of China.
2. Associate Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

番石榴採收時期對果實品質影響之研究[1]

王　　武　　彰[2]

摘要：番石榴在本省可以週年生產，但是果實品質會因品種與採收季節之不同而異，本試驗之結果發現番石榴果實之果肉厚薄，糖度，枸櫞酸含量，種子數目與果肉乾物率均隨品種與採取季節之不同而有明顯差異。泰國拔與白拔於2～6月間採收之果實果肉較薄。種子數目以4月採收之泰國拔與3月採收之白拔最多，分別高達577粒／果與308粒／果。糖度（Brix）則以2～3月採收之泰國拔與6～8月採收之白拔較低，分別爲7.7～7.8%與7.1～7.6%。枸櫞酸含量以泰國拔較爲穩定，全年均維持在0.3%左右，而白拔則因採收季節而有明顯差異，5～7月採收者較低，2～4月採收者爲高，其含量各爲0.4～0.5%與0.7～0.8%。兩品種果實果肉之乾物率則以12月至翌年2月採收者含量較少。

關鍵詞：番石榴、果實、採收時期、品質。

番石榴之果實除可供鮮食外，成熟果又可加工製成果汁，爲夏季高級飲料之一，深受消費者喜好，番石榴產地在全省各地均有栽培，品種則以泰國拔爲主，白拔、梨仔拔及中山月拔等次之。根據臺灣省政府農林廳農業年報統計，民國79年全省之栽培面積爲5,596公頃，收穫量高達94,823公噸，所生產之果實除供內銷外，每年尚有10餘公噸外銷香港和加拿大，因此成爲臺灣重要經濟果樹之一（1）。

高雄縣之燕巢與大社兩鄉是本省南部地區重要番石榴產區，果實雖可週年生產，但果實品質之優劣除品種有關外往往受到諸如溫度、濕度、土壤質地，土壤水分，整枝修剪，肥培管理及病蟲害防治等因子之左右，臺灣由於位處熱帶及亞熱帶地區，夏季高溫多雨，氣候變化異常，病蟲害容易滋生，因此不同採收季節之果實品質差異甚大。本研究之目的乃進行探討鮮食用果實不同季節採收其品質之差異程度，以作爲學術研究之參考及推廣農民應用之依據。

材料與方法

本試驗選用本省栽培最普遍之泰國拔與白拔兩個番石榴品種爲材料，供試樣品採自南部地區番石榴主要產地高雄縣燕巢及大社兩鄉之大戶篤農戶果園（表1）。試驗設計爲自每果園各選擇10株四年生之結果株，隨機取樣，試驗調查爲每月自各區分別採取10粒九分熟之果實供品質分析用，試驗期間自民國76年11月起民國77年10月訖，計一年調查12次。

供試材料取自果園後，隨即攜回實驗室進行分析調查，項目包括果肉厚度、果肉佔全果之百分比、種子數、種子千粒重、糖度、枸櫞酸含量及果實乾物率等。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1629 號。本文調查資料承連麗仙小姐協助整理，文成後承陳主任敏祥、劉主任政道、王副研究員惠亮等斧正。土壤理化性分析承蒙高雄區農業改良場協助，謹此致謝。
2. 鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。　臺灣省　高雄縣　鳳山市。

表1. 供試村料之果農名册

Table1. Farmers who offered experimented materials

品種 Varity	果農姓名 Name of farmer	地區 Location	面積（公頃）Planted (ha)
泰國拔 Thai-Kou-Bar	鄭順意	大社鄉	0.40
	吳福添	燕巢鄉	0.30
	韓明順	燕巢鄉	0.50
	賴錫堯	燕巢鄉	0.60
白拔 Pai-Bar	吳福來	燕巢鄉	0.30
	陳德義	燕巢鄉	0.25

結果與討論

供試果園栽培管理方法則按一般方式實施，爲探討栽培環境之氣候及土壤條件與番石榴果實品質之關係，於試驗期間除調查溫度及雨量變化之外，還進行果園土壤理化性分析，所得結果如圖1及表2所示。

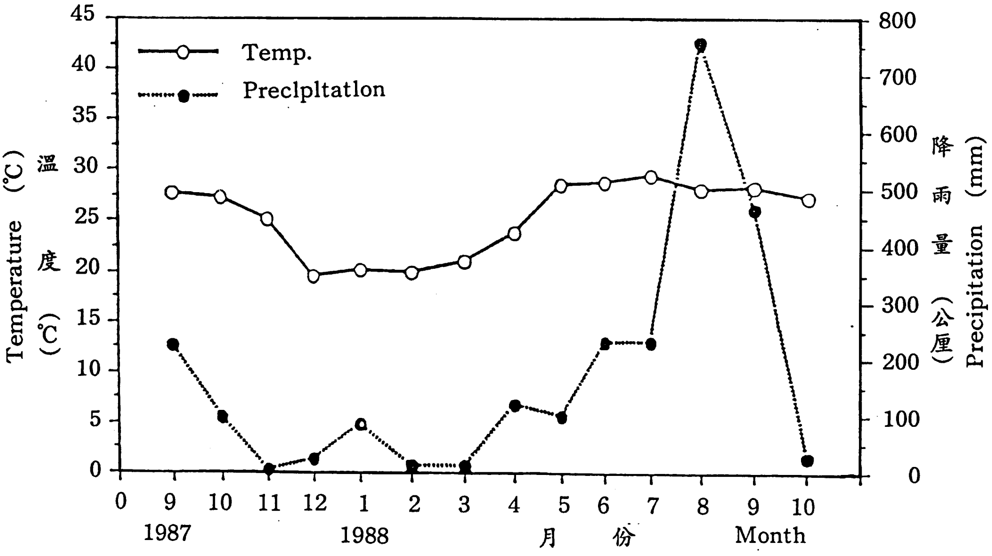


圖1. 高雄地區番石榴園之溫度及降雨量分佈表

Fig.1. Distribution of Temperature and precipition in guava orchard from September,1987 to October,1988. in Kaohsiung area.

圖1顯示；在產地全年之平均溫度維持在19.5°C以上，夏季平均溫度最高達29.4°C，冬季之12月至3月較低，平均在20°C左右。而降雨量則以6～9月最多，其中以8月份最高達756公厘左右，而以2、3、11、12月最少，在20公厘以下。

表2. 試驗園地之土壤理化性

Table2. Soil physical-chemical properties guava orchards

項目 Irem / 果農姓名Name	品種 Variety	酸鹼度 pH	有機質 % Organic material	磷 PPM Phosphate	鉀 PPM Potassium	鈣 PPM Calcium	鎂 PPM Magnesium	錳 PPM Manganese	鈉 PPM Sodium
鄭順意	泰國拔 Thai-Kow-Bar	7.0	1.44	201	42	1,541	173	34	14
吳福添	泰國拔 Thai-Kow-Bar	6.2	1.43	93	42	766	115	42	18
韓明順	泰國拔 Thai-Kow-Bar	4.5	1.27	122	120	1,244	241	38	38
賴錫堯	泰國拔 Thai-Kow-Bar	6.6	0.96	139	82	1,708	300	49	33
吳福來	白拔 Pai-Bar	7.2	1.15	33	34	668	131	19	21
陳德義	白拔 Pai-Bar	6.6	1.77	200	30	984	211	47	25

試驗園地之土壤理化性質由表2結果顯示，園地雖含有適量之磷、鉀、鈣、鎂、錳、鈉等無機元素外，土壤之有機質含量在2.0%以下，屬低等肥力之土壤。而土壤酸鹼度自 pH4.5～7.2之間，差異頗大。

一、採取時期對不同番石榴品種果實果肉重量及果肉厚度之影響：

採收季節對泰國拔及白拔兩不同番石榴品種果肉厚度之影響如圖2所示。由圖2結果顯示，無論泰國拔或白拔其果肉厚度均隨採收季節之不同而產生明顯之差異。以泰國拔而言，5月份採收者果肉最薄，僅達1.8公分厚，4月及6月份採收者次之，各爲2.0公分。而以10月及翌年1月份採收者最厚，其平均果肉厚度爲2.7公分。而白拔之果肉差異亦與泰國拔近似，以3月及5月份採收之果肉最薄僅達1.2公分，2月及4份採收者次之，爲1.3公分。而以6月及11月份採收者最厚，達1.8公分。

採收季節不同對番石榴果實果肉佔全果百分比之影響：泰國及白拔兩品種，經全年分12個月不同時期加以調查所得結果如表3.

表3. 採收季節對兩個番石榴品種果實重量之影響

Table3. Inflence of harvested seasons on fruit weight of two guava variseties.

unit:g／fruit

年月 Year month / 品種 Variety	1987		1988										平均值 mean value
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
泰國拔 Thai-Kow-Bar	555	494	549	549	519	446	456	482	585	592	647	702	548
白拔 Pai-Bar	158	165	129	123	129	128	135	186	187	132	145	163	149

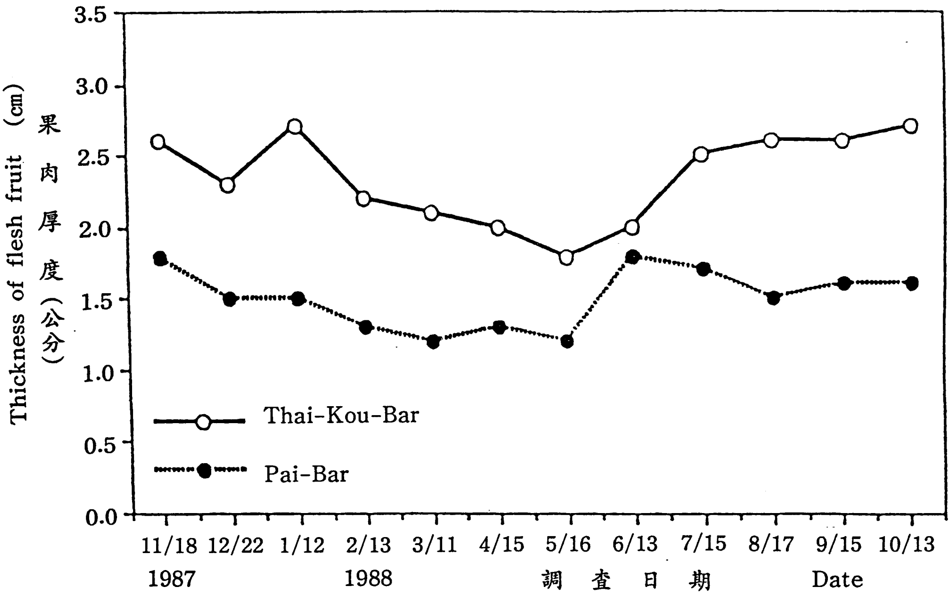


圖2. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種果實果肉厚度之影響

Fig.2 Influence of harvested seasons on fruit flesh thickness of Thai-Kou-Bar Pai-Bar guava varieties.

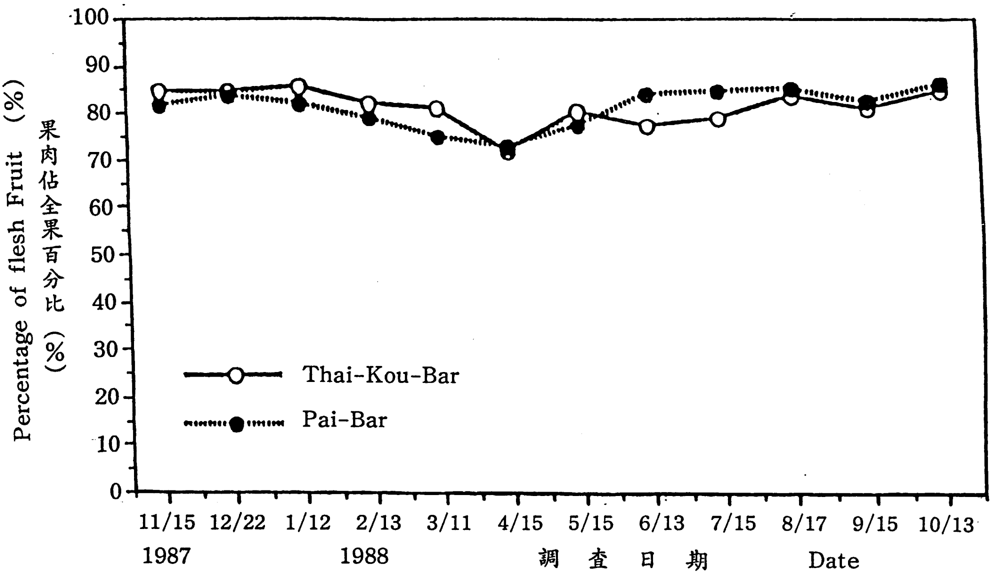


圖3. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種果實果肉佔全果百分率之影響

Fig.3. Influence of harvested seasons on fruit flesh percentage of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava varieties.

由圖3得知，無論泰國拔或白拔之果實果肉佔全果之百分比均隨採收季節之不同而有顯著之差異。以泰國拔而言，1月份採收者最高，達85.6%，次爲10月～12月份，爲84.5～84.9%。而以4月採收者最低，僅達71.9%，次爲6～7月，分別爲77.3及79.1%。而白拔與泰國拔雷同，以4月份採收者也最低，僅達72.8%，5月份、10月份採收者最高，爲86.2%。

二、採收季節對不同番石榴品種果實種子數之影響

採收季節對泰國拔與白拔不同品種番石榴果實種子數之影響，如圖4所示，由圖4顯示，果實種子數受品種與採收季節之不同而呈現明顯差異。泰國拔果實之平均種子數比白拔爲多，其全年平均分別爲417與201粒，兩者相差2.0倍之譜，而受採收季節不同，果實中種子數亦有顯著差異。以泰國拔而言，4月份採收之果實種子數最多，8月及9月份次之，12月份採收者最少，其各爲577，564，539，225粒，而白拔也顯示相似結果，其中以3月份採收果實種子數最多，4月份採收者次之，10月份最少，其單果之種子數各爲308、282及127粒。

供試泰國拔及白拔其果實內之種子採收後清洗，乾燥再調查重量（圖5），以泰國拔而言6、9月份採收者最重各爲6.2及6.1公克，次爲8月及4、5月份各爲5.8及5.7公克，而以12月與1月份者最輕僅爲4.4及4.5公克。白拔之種子重量全年以3月採收者最重達4.4公克，次爲12月份爲3.2公克，而以10月份採收者最輕僅爲1.5公克。種子千粒重與種子重量不同，可能因品種與所採時之種子大小有關，供試兩品種全年平均值泰國拔比白拔也爲重，各爲12.9公克及11.9公克（如圖6）泰國拔11月份採收果實種子千粒重，達15.0公克，次爲6、7月及12、1份各爲14.2、14.1及13.8公克，4月份最輕僅爲9.9公克。而白拔以12月份採收果實千粒重最重達 5.4公克，3月及11月份次之，各爲14.5及14.2公克，4月採收者最輕僅爲8.7公克。

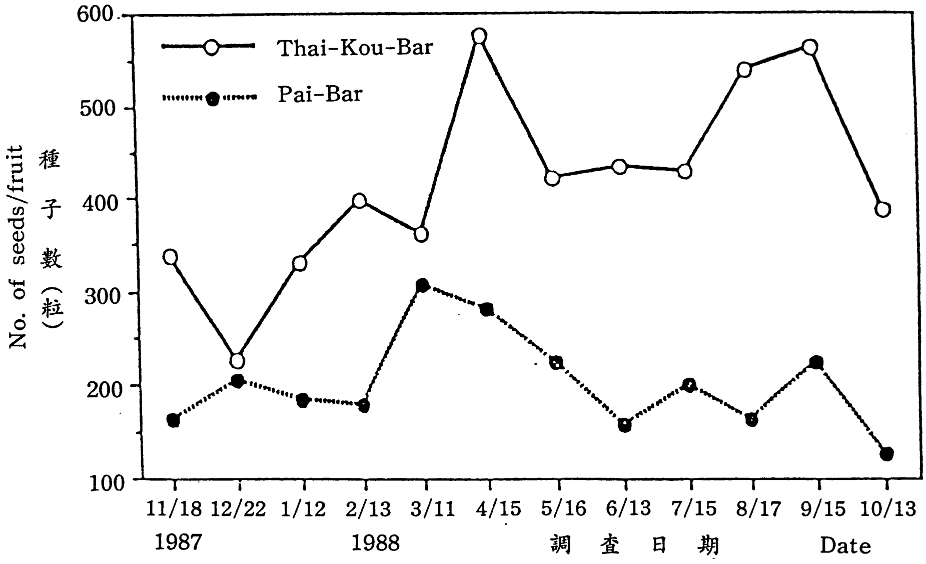


圖4. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種果實內種子數目之影響

Fig.4. Influence of harvested seasons on seeds per fruit flesh of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava varieties.

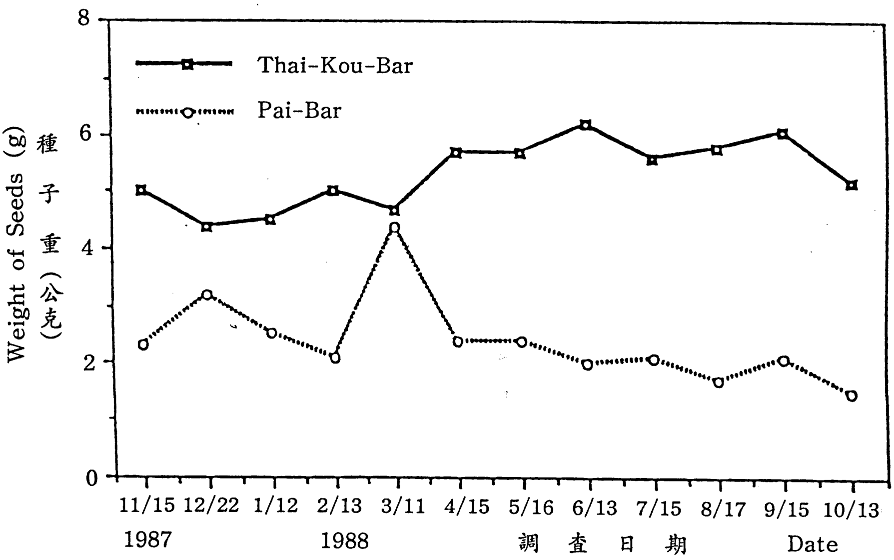


圖5. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種種子重量之影響

Fig.5. Influence of harvested seasons on seeds weight of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava varieties.

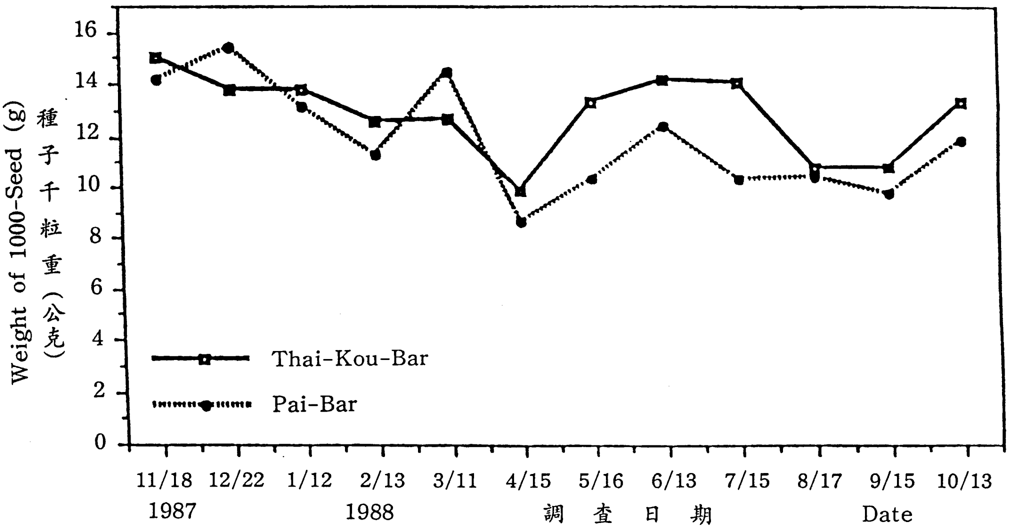


圖6. 採收季節對泰國拔與白拔果實內種子千粒重之影響

Fig.6. Influence of harvested seasons on1000-seed-weight of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava varieties.

三、採收時期對不同品種番石榴果實可溶性固形物含量之影響

採收季節對泰國拔與白拔兩不同品種果實可溶性固形物含量之影響如圖7所示，番石榴果實之可溶性固形物含量與不同品種有關，然在一般栽培管理下由於肥培技術不同影響甚大。採收時期不同對果實內可溶性固形物含量影響極爲明顯。以泰國拔而言9月份採收之果實含量最高，3月份者最低各爲9.6及7.7%。而白拔也有類似差異情形，其中以2月份採收之果實含量最高，10月份採收者次之，而以7月份採收者最低，其可溶性固形物含量各爲8.9、8.8及7.1%。

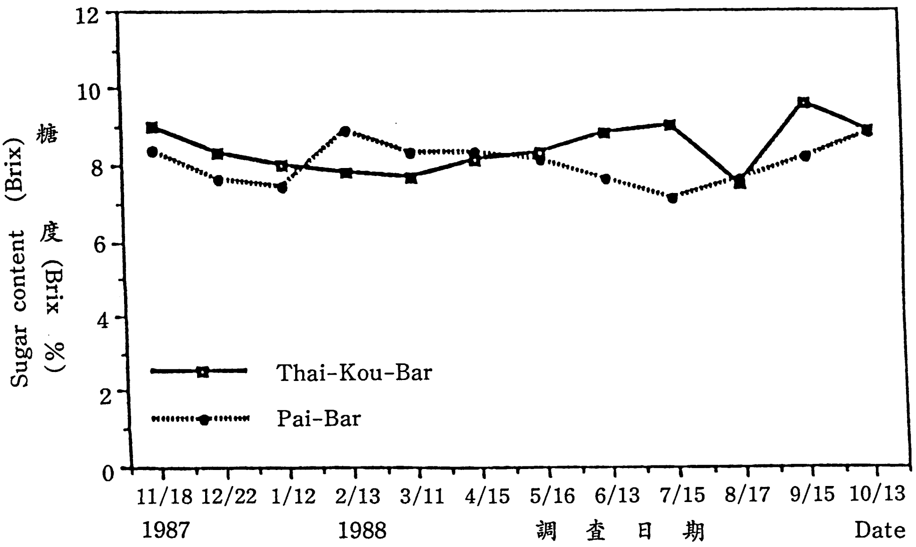


圖7. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種果實糖度含量之影響

Fig.7. Influence of harvested seasons on sugar content (Brix) of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava fruits.

四、採收時期對不同番石榴品種果肉酸鹼度及枸櫞酸含量之影響

採收季節對泰國拔與白拔果實果肉酸鹼度之影響如表4，由表4顯示，泰國拔與白拔兩品種間果實果肉之酸鹼度之差異並不明顯，全年之平均 pH 值各爲4.0及3.8。而採收季節對果實果肉酸鹼度差異亦不明顯，以泰國拔而言，全年維持於 pH3.8～4.3之間，而白拔也維持於 pH3.7～4.1之間。

番石榴果實果肉枸櫞酸含量由於供試品種不同其含量有極顯著之差異，由圖8顯示，泰國拔比白拔含量低。採收季節對果實果肉含量除於春季採收外，均呈穩定狀態，以泰國拔而論，全年除4月份採收之果實略微提高外，餘均維持在0.3%左右。而白拔則較爲顯著變化，於8月至1月份採收之果實維持平衡狀態0.6%，自2月份起急速上升至0.7%，4月份達到最高0.8%。以後逐漸下降，至6月與7月含量最低。此種差異現象，可能係由於秋、冬溫度較低，雨量較少所致，而自初春以後，溫度上升促使含量隨著上升，但到夏季時由於降雨後果實含水量急速增加，而導致果實果肉枸櫞酸含量降低之可能性增加之故。

表4. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同品種果肉酸鹼度之變化之情形

Table 4. Influence of harvested seasons on pH value of Thai-Kow-Bar and Pai-Bar guava fruit fleshes.

unit:pH/fruit

品種 Variety \ 年 月 Year month	1987		1988										平均值 mean value
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
泰國拔 Thai-Kow-Bar	4.1	3.9	3.9	4.0	4.1	4.0	4.3	4.2	3.9	3.8	4.0	3.9	4.0
白拔 Pai-Bar	3.9	3.8	3.8	3.7	3.9	3.8	4.1	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8

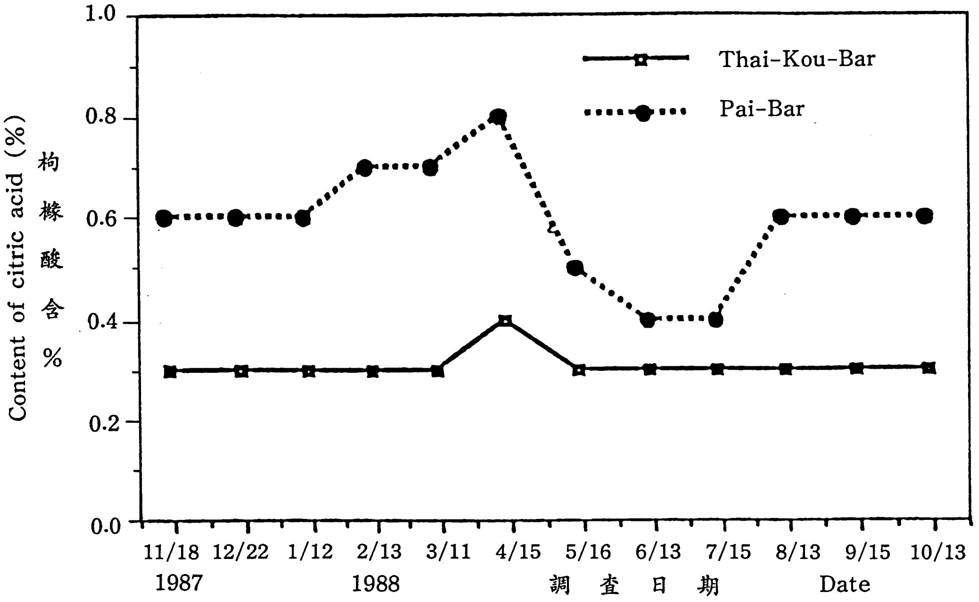


圖8. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同品種果實果肉枸櫞酸含量之影響

Fig.8. Influence of harvested seasons on citric acid content of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava fruit fleshes.

五、採收時期對不同番石榴品種果實乾物重之影響

採收季節對泰國拔與白拔等不同品種番石榴果實乾物重之影響如圖9所示，由圖9顯示，白拔果實之乾物率比泰國拔為高，其全年平均值各為15.0及12.5%。果實乾物率受採收季節之影響也極為顯著，當中泰國拔9月份採收者最高達14.1%，3月及7月份採收者次之，各為13.8%，而以12月至翌年2月份採收者最低，各為11.1、11.2及10.2%。而白拔果實乾物率之變異受採收季節之影響更為顯著，3月份採收者最高達19.4%，9月份採收者次之為18.0%而以11月及12月採收者最低，僅為13.1%及12.2%。

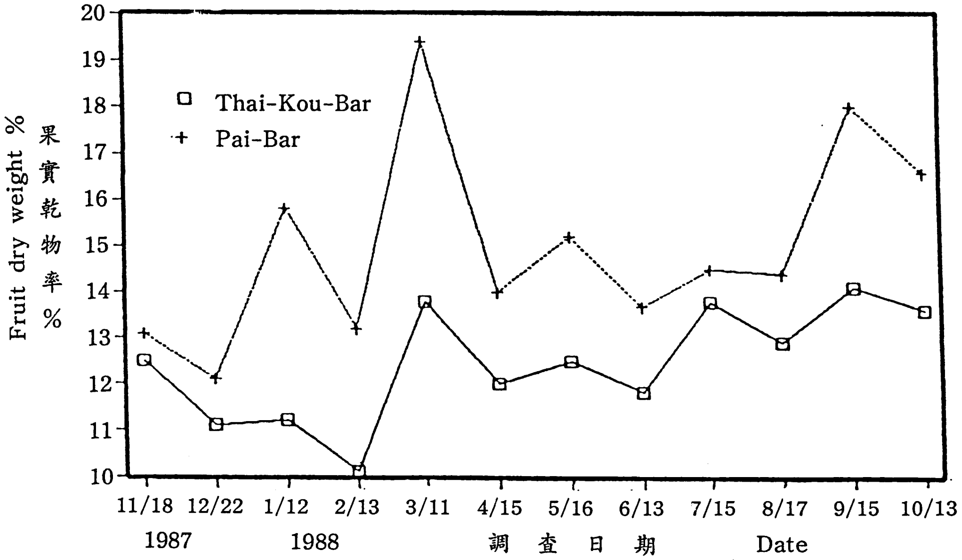


圖9. 採收季節對泰國拔與白拔兩不同番石榴品種果實乾物重之影響

Fig.9. Influence of harvested seasons on fruit dry weight of Thai-Kou-Bar and Pai-Bar guava varieties.

參考文獻

1. 農林廳・1990・臺灣地區主要農畜產品生產及進出口量值・79年農林廳統計(4) 果品類。
2. 王武彰・1989・加工番石榴產期調節方法之研究・中華農業研究 38(4) 438～445。
3. 許仁宏・1985・番石榴栽培及產期調節技術・農林廳農民淺說 293 A～園藝59。
4. 王武彰・1984・番石榴栽培・農民淺說 272 A～園藝55。
5. 諶克終譯・1978・果樹良品生產之新技術・徐氏基金會 NO・1471。
6. 諶克終譯・1977・果樹園藝大要汎論・徐氏基金會 NO・1246。
7. 楊致福・1951・臺灣果樹誌・臺灣農業試驗所 嘉義分所。
8. Shigeura,H.C and P. Narasimhan 1967 Physiogical Studies during growth and development of sifferent varities of guavas J. hort. Sci. 42:7- 104。
9. Shigeura,G.T.R.M. Bullock and J.A. Silva.1975. Defoliation and fruit set in guava. Hortscience 10(6): 590 。

Effects of Harvested Season on Fruit Quality of Guava (*Psidium guajava L.*)[1]

W.C.Wang[2]

Summary

Guava could be harvested year-round in Taiwan, However, fruit quality varied with varieties and harvested seasons. The results of present study indicated that the flesh diameter, sugar content (Brix) ,citric acid content, number of seeds and the rate of flesh dry matter obviously vary with varieties and harvested seasons. A thinner in flesh diameter was found in fruit of both Thai-Kou-Bar and Pai-Bar when the fruits were harvested in February-June. Seed content was highest in which the fruit was harvested in April for Thai -Kou-Bar (577seeds/ fruit) and in March for Pai-Bar (308seeds/fruit) . Sugar content (Brix) was lowest for the fruit harvested in February-March for Thai-Kou-Bar (7.7-7.8%) and in June-August for Pai-Bar (7.1-7.6%) . There was a steady citric acid content (more or less 0.3%) in Thai-Kou-Bar for year around harvested fruit. However, a significant difference was found in Pai-Bar. It was lower for the fruits harvested in May-July and higher in February-April. The citric acid content was 0.4-0.5% and 0.7-0.8%, respectively. Dry weight content was lower from December, 1987 to February, 1988 for both varieties.

Key words: Guava. Fruit. Harvested season. Quality.

1. Contribution No.1629 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistaut ltorticlturist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment station, TARI, Fengshan, Taiwan 83106, R.O.C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(3)：271～275（1992）

愛玉單偽結果之誘導[1]

鍾　志　明[2]

摘要：低海拔栽培愛玉，由於缺乏自然分布之薜荔小蜂族群與兩性株，致隱頭花序內小花無法授粉而結果，爲改善此問題，以生長調節劑PCPA（Para－chlorophenoxyacetic acid）及NAA（Naphthaleneacetic acid）噴灑低海拔愛玉植株，探討誘導其單偽結果之可能性。PCPA濃度40至400ppm，NAA爲40至200ppm，採全株噴灑。結果顯示，NAA及PCPA兩者濃度40ppm時皆無法誘導單偽結果。但PCPA100至400ppm噴施於隱頭花序尾端孔口開口前，則有較好的誘導效果。又比較不同噴施時期，顯示在各種PCPA濃度下，尾端孔口開前噴施比開後噴施有較好之單偽結果率。利用PCPA誘導所得之瘦果（愛玉子）經加水調製後，有凝膠之能力。故噴灑PCPA在經濟上可有效地取代薜荔小蜂之授粉作用。

關鍵詞：愛玉，單偽結果，*Ficus awkeotsang* Makino, *Parthenocarpy*

愛玉（*Ficus awkeotsang* Makino）爲常綠大藤本植物，藉氣根攀附樹幹或岩壁上升，分布於中國大陸及臺灣。其盛產於臺灣中央山脈，海拔 1,000 至 1,800 公尺之森林內[3]。據觀察愛玉爲偏雌性雌雄異株（Gynodioecy）。愛玉之隱頭花序（Syconium）爲花序梗（Peduncle）組織變所成，愛玉子則指其雌株隱頭花序之小瘦果（achene），花序梗連同其內愛玉子稱爲假果（fig）。小瘦果富含果膠，可加水調製凝成愛玉凍（awkeo jelly）。黃等[2]說明其凝凍之原理爲愛玉子含高甲氧基性果膠，受其本身所含之果膠酵素作用進行說甲基作用，而漸次變爲低甲氧性果膠，再與水中之雙價陽離子如 Ca^{+2} 相交聯成爲更具大之低甲氧性果膠之鈣鹽，於是不需加糖或酸即可凝膠。何[1]由隱頭花序套帶試驗證實薜荔小蜂（*Blastophaga pumilae* Hill）之雌蜂卵在兩性株之隱頭花序內之圓形瘦果生長、羽化後，先與雄小蜂交配，後再鑽出小瘦果，攜帶花粉飛至雌株，由雌株隱頭花序之尾端孔口（ostiole）鑽入，因此雌小蜂爲產卵而於無意中完成授粉作用。由於臺灣多年來天然林大量砍伐，愛玉亦隨之大量破壞，只殘留於人煙稀少之深山內，因此造成果實採收不便，來源日竭，價錢增高，非人工栽培，難望成爲經濟作物[4]。由於高海拔栽培愛玉，受坡度高及地形之影響，在栽培管理、採收等甚不方便，故如能在低海拔成功栽培愛玉，則由於低海拔地區地形較爲平坦及栽培採收等工作較爲容易，可更進一步大量生產，降低愛玉子售價，使其成爲一項普遍消費作物。農民曾嚐試在低海拔栽培愛玉，但由於缺乏自然分布之薜荔小蜂族群與兩性株，致愛玉植株生長雖良好，但隱頭花序內之小花卻因無法完成授粉結果，致隱頭花序變紅，掉離植株。因此在低海拔下栽培愛玉，如何促進結果是栽培上最大的問題，據鍾（未發表）愛玉凍主要由瘦果之外果皮所含果膠進行脫甲基作用而成，故如能誘導單偽結果，當不致因瘦果內無種子而影響其凝膠作用。因此，本試驗針對此問題，探討生長調節劑誘導低海拔栽培愛玉單偽結果之效果，以求解決愛玉結果問題。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1630 號。本研究承蒙行政院農業委員會(76農建−8.1−糧105−21)補助，謹此致謝。
2. 嘉義農業試驗分所園藝系助理研究員。臺灣省　嘉義市。

材料與方法

試驗地點爲臺灣省嘉義縣中埔鄉，海拔約40公尺。試驗植株爲從嘉義縣竹崎鄉中和村（海拔1,510公尺）鄧金聰氏栽培品系扦插繁殖而來。試驗時植株爲六年生。誘導生長調節劑爲Parachlorophenoxyacetic acid（PCPA），及Napthaleneaceticacid（NAA）。PCPA及NAA配成水溶液前皆以適量95%乙醇溶解。藥劑噴施用量程度，以全株濕透爲原則。爲避免薜荔小蜂及其他蟲類干擾，選取之隱頭花序個別以白色尼龍網套袋，袋口並以塑膠繩繫緊。在隱頭花序膨大後約30天，其尾端孔口（ostiole）即開始打開，此時即適宜小蜂授粉(鍾，未發表)。共進行兩次試驗，第一試驗於1988年三月二十日進行，選擇尾端孔口將開而未開之隱頭花序個別套帶並標記，分別以PCPA40、100或200ppm，NAA40、150或200ppm噴施一次，以比較兩種生長調節劑之效果。第二試驗於1988年五月十九日進行，分別將尾端孔口將開而未開，及孔口已開之隱頭花序個別套帶並標記，以PCPA 200、250、300或400ppm噴全株一次，以後每隔七天噴一次，共噴四次。調查結果之方法爲每隔一星期，撿拾掉落之隱頭花序或假果，並以小刀解剖視察其內著果狀況，以判斷是否有單僞結果。噴後90天採收植株上所有隱頭花序，以調查統計。所得之愛玉子經30°C乾燥後加水20倍，以果汁機攪拌倒於盤中，靜置30分以觀查其凝膠情形。

結果與討論

表一顯示隱頭花序孔口未開前施用NAA40至200ppm無法誘導單僞結果，在較高濃度下是否有誘導效果則需進一步試驗。PCPA在低濃度40ppm下無作用，但在100ppm即有顯著誘導效果。因此可推知PCPA比NAA有較強之誘導作用。圖一爲PCPA100ppm時，隱頭花序內瘦果發育之情形，這些瘦果較正常瘦果扁平，經解剖後內無種子，確爲單僞結果。由圖可看知隱頭花序之腔內未塡滿瘦果，此是隱頭花序內某些區域內之雌花未著果所致，其原因可能由於誘導單僞結果之刺激物質無法及時傳導至這些小花所致。

表一. 生長調節劑於隱頭花序尾端孔口未開前施用對單僞結果率之影響

Table 1. The effect of growth regulators applied before the opening of ostiole on the parthenocarpic fig set in the Jelly fig.

處理 Treatment	濃度 Concentration (PPM)	隱頭花序處理數 No. syconia treated	單僞結果率 Parthenocarpic fruit set (%)
PCPA	40	14	0
	100	13	23
	200	11	36.3
NAA	40	8	0
	150	14	0
	200	5	0

圖1. PCPA100ppm噴施愛玉全株後，誘導隱頭花序內瘦果單僞結果

Fig 1. Parthenocarpic fruit set induced by sparying PCPA 100ppm to synconia of Jelly Fig.

圖二顯示PCPA於濃度200、250、300及400ppm下，於隱頭花序尾端孔口未開前噴施分別皆較已開後噴施有較高之單僞結果誘導作用。在孔口未開前噴施不同濃度PCPA其誘導效果在本實驗似乎無差異，孔口開口後噴不同濃度PCPA也是如此。同一濃度下PCPA在尾端孔口開前施用較有效之理由，可作如下假設。由於PCPA噴施後，可能產生某些生長刺激物質，而這些物質從噴施至產生有一落後期，且其傳遞至隱頭花序之小花又需一些時間。而尾端孔口已開之隱頭花序不易推知其已開多久，故可能選到已開始老化之隱頭花序作爲處理樣品。由於上述因素，致PCPA誘導效果可能因部份隱頭花序由於生長刺激物質，無法在有效接受單僞結果時間內傳遞給小花而被打折扣。反之尾端孔口將開而未開之隱頭花序，正因爲其內小花在花發育階段上位於較早期，故可有較長時間接受生長刺激物質，致有較好之單僞結果誘導效果。

Crane[5]認爲PCPA 60至100ppm下有效誘導無花果（*Ficus carica* L.）隱頭花序內小花單僞結果，高於此或低於此濃度下，效果皆較差，而在本實驗顯示，PCPA 40ppm無法誘導愛玉隱頭花序內小花單僞結果，但於200至400ppm效果則較好。無花果與愛玉兩者對於誘導其隱頭花序小花單僞結果之PCPA濃度要求顯然不同。此可能由於無花果對誘導單僞結果刺激物質需求量較小所致。可從無花果之體積較小，隱頭花序內小花數目較少獲得支持，如此理由成立，則將來利用PCPA或其他生長調節劑誘導無花果屬（*Ficus*）植株單僞結果時，隱頭花序之大小及其內小花數目，可作爲用藥濃度之參考。本實驗所誘導之瘦果（愛玉子）乾燥後，經加水20倍攪拌處理時會凝膠，故不因無種子，致不能成膠，失去經濟價值。因此可以噴灑生長劑，替代小蜂授粉之作用，而使隱頭花序內小花著果。

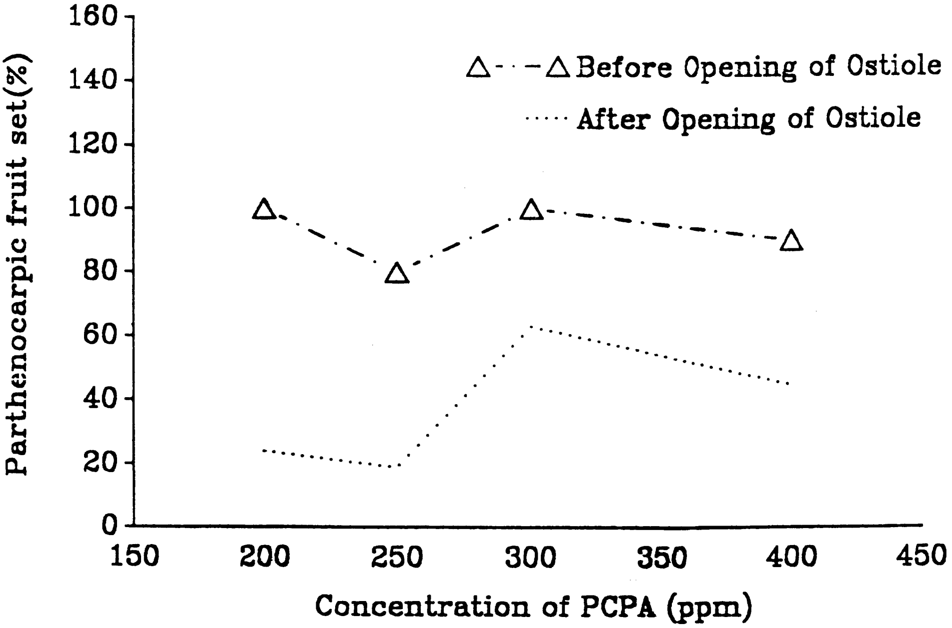


圖2. 不同濃度PCPA於愛玉隱頭花序尾端孔口打開前或打開後噴施植株，對隱頭花序爲單僞結果之影響。

Fig 2. Effect of para−chlorophenoxyacetic acid sprayed on the parthenocarpic fruit set in Jelly fig before or after opening of ostiole.

但所得之瘦果凝膠能力比正常高海拔栽培小蜂授粉所得之愛玉子凝膠能力差，故將來宜嚐試利用其他不同生長素，誘導不同品種單僞結果，並比較凝膠能力，以求篩選出適宜之品種及適宜之藥劑種類及濃度。

參考文獻

1. 何坤耀* 1987 愛玉授粉小蜂之生態及其在平地立足之可能性 中華昆蟲 7：37—44。

2. 黃永傳、陳文彬、邵雲屏 1980 愛玉凍凝膠機構之研究。中國園藝 26(4)：117—126。

3. 劉棠瑞 1962 臺灣木本植物圖誌 國立臺灣大學農學院出版 PP. 711。

4. 嚴夢如 1985 愛玉園藝栽培與加工利用之可能性 臺灣農業 21(2)：53。

5. Crane, J. C. and Blondeau, R. 1950. The use of hormone sprays as a substitute for caprification and comparison of seedless and caprified calimyrna figs. Proceedings of Fourth Annual Conference of the California Fig Institute.

Induction of Parthenocarpy In the *Ficus awkeotsang* Makino[1]

T. M. Jong[2]

Summary

Due to not enough population of *Blastophaga pumilae* and sexual Jelly fig plants in low elevated areas, caprification in Jelly figs were impossible. Thus it is worth investigating the parthenocarpic response of Jelly fig by application of PCPA and NAA. 40 ppm. of PCPA or NAA could not induce parthenocarpy, while 100 to 400ppm. PCPA had high fruit set. Using various concentration of PCPA, it had higher fruit set by application before than after the opening of ostiole in Jelly fig .The parthenocarpic fruit could jelly after adding water and mixing. Thus, it is a valued way as a substitute for caprification.

Key Words : *Ficus awkeotsang* Makino , parthenocarpy

1. Contribution No. 1630 from Taiwan Agricultural Researach Institute. This study was supported in part by a grant from Council of Agriculture , Executive Yuan, R.O.C.
2. Assistant Horticulturist, Dept . of Horticulture, Chia—Yi Agricultural Experiment Station, TARI. Chia—Yi, Taiwan 600, R.O.C.

梨次病毒之瓜苗檢定[1]（簡報）

楊　一　郎[2]

摘要：採集凍存本省臺中地區梨品種幼葉並製作次病毒（viroid RNAs）接種源計145個材料、經於春夏季間進行梨次病毒之瓜苗檢定（cucumber assay）結果、供試6個品種145個梨幼葉材料中、發現有27個材料在接種之胡瓜指示植物（*Cucumis sativus* L. cv. Sūyō）呈現典型 viroid 病徵。在春夏季間其初期病徵顯現之潛伏期爲43—58天。上述胡瓜病葉材料經重複回接在胡瓜（cv. Sūyō）結果皆得相同之病徵反應、該瓜苗指示植物在接種後6—8週呈現捲葉（leaf curling）及葉脈透化（vein clearing）等初期病徵、在後期呈現頂端黃化（top yellowing）及矮化（stunt）等特異性病徵。此項瓜苗檢定之病徵反應結果與日本佐野等報告之 hop stunt viroid group 相近似。

關鍵詞：次病毒、梨、瓜苗檢定、次病毒檢定。

viroid（次病毒）係美國 Diener（1971）[2]首先於馬鈴薯瘦薯病（potato spindle tuder disease）發現之新病原，與過去所知的 virus（病毒）有所不同，viroid 爲無蛋白外殼之裸露之最小單一種分子 RNA 致病體，能依賴寄主細胞而自行複製增殖並導致寄主植物病變。迄今已有25種以上之 viroid 或 viroid-like RNAs 之植物病原體之報告。在日本、佐佐木、四方及佐野等[3,4,5,6,7]報告蛇麻矮化次病毒（Hop stunt viroid, HSV），HSV group，HSV complex，並報告各種果樹之 viroid isolates，包括 grapevine isolate（HSV-g），peach isolate（HSV-pe），plum isolate（HSV-pl），citrus isolate（HSV-cit），pear isolate（HSV-p）等。梨爲無性繁殖作物，其品種材料之嫁接擴散易造成梨次病毒（Pear viroid, PV）潛存蔓延於世界各梨產地。本省梨品種材料係由日本及歐美等國外引進，是否有 PV 病源潛存有待探究。本試驗初步沿用佐野等[1,4]之 HSV-g 之瓜苗檢定法（Cucumber assay）測試本省梨各品種材料之 PV 潛存情形，供爲今後本省健康梨種苗研究繁殖之利用參考。

向日本大和種苗公司購用檢驗合格之健全胡瓜種子（*Cucumis sativus* L. cv. Sūyō），以消毒土壤在網室內播種育苗，供爲 PV 之瓜苗檢定之指示植物。

在春夏兩季間，採集臺中地區之高接梨及梨山之溫帶梨幼葉材料，包括二十世紀、新興、新世紀、幸水、豐水及橫山梨等6品種合計145個材料（表1），分別於－20°C凍存供爲 PV 接種源之製作材料。將梨幼葉片凍存材料，按佐野等[1,4]之 viroid 接種源製作方法及瓜苗檢定方法製成 PV 接種源並進行瓜苗檢定試驗。

梨幼葉冷凍材料之 PV 接種源製作過程如次：

Frozen tissue（100g）.
　↓ 200ml 1M K_2HPO_4（autoclaved）
　↓ 2g SDS

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1631 號。本研究承行政院國家科學委員會補助（NSC81—0409—B055—504），謹致謝意。
2. 本所植病系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

↓ 10ml 0.05% bentonite suspension (autoclaved)

↓ blended in mixer for 5 min at room temp.

↓ 100 ml phenol : chloroform (1 : 1)

↓ blended in mixer for 3 min at room temp.

↓ centrifuge at 6500 rpm, 10 min.

aqueous phase

↓ 50 ml phenol : chloroform (1 : 1)

↓ blended in mixer for 3 min at room temp.

↓ centrifuge at 6500 rpm, 10 min.

aqueous phase

↓ 2.5 vol Et-OH

↓ dry ice 1 hr.

↓ centrifuge at 6500 rpm, 10 min.

ppt (interphase)

↓ 100 ml DW

↓ 2 vol (200 ml) Et-OH

↓ dry ice 1 hr.

↓ centrifuge at 6500 rpm, 10 min.

ppt (interphase)

dissolved in

1 ml 0.1M Tris-HC1, 0.01M EDTA，0.1M NaC1. pH7.5

↓ 0.05% bentonite

Inoculum for mechenical inoculation

在春夏季間，將上述 PV 接種源以汁液接種方法[1]接種在缽栽4～6天之指示植物瓜苗乳葉，放置在25～35°C溫室約9～12週，定期施用農藥防蟲，另以無接種瓜苗爲對照，觀察記錄瓜苗檢定植物之生育及病徵出現情形。另分別在夏季及在冬季（低溫季節），將上述瓜苗檢定得到之 PV 罹病瓜葉材料分別再回接健全瓜苗乳葉，分別觀察夏季高溫及冬季低溫季節（20°C以下）不同溫度環境下對 PV 在瓜苗之病徵反應。

本試驗於春夏期高溫季節（25—35°C）在網室內進行 PV 之瓜苗檢定結果，供試之梨山地區溫帶梨之二十世紀梨13個材料中有4個材料在胡瓜指示植物呈現陽性病徵反應，新興梨15個材料中有2個呈現病徵反應。新世紀梨17個材料中有4個呈現病徵反應。臺中區坡地高接梨之東勢幸水梨14個材料中有2個呈現病徵反應，豐水梨15個材料中、有3個呈現病徵反應。橫山梨15個材料中有4個呈現病徵反應。卓蘭幸水梨14個材料中有3個呈現病徵反應，豐水梨13個材料中有2個呈現病徵反應，橫山梨15個材料中有1個呈現病徵反應。南寮橫山梨14個材料中有2個呈現病徵反應。合計供試6個品種145個梨葉片材料中有27個材料在瓜苗指示植物呈現 PV 之特殊病徵反應（表1）。另無接種之對照瓜苗皆未有病徵反應。上述瓜苗經接種 PV 6—8週後，初期的病徵反應在幼葉呈現捲葉（leaf curling）及葉脈透化(vein clearing)，後期呈現頂端黃化（top yellowing），葉片黃化（leaf yellowing）及矮化（stunt）等病徵。另在冬季低溫季節，將上述 PV 罹病瓜葉材料回接到瓜苗結果，皆未有上述病徵反應。

表1. 梨次病毒之瓜苗檢定

Table 1. Detection of pear viroids by cucumber assay

地區 Location	品種 Cultivar	供試材料數 No. of trial	瓜苗檢定結果[1] Result of cucumber assay	病徵[2] Symptoms	潛伏期 Days for Symptom development
梨山	二十世紀	13	4/13	LC. VC. S. LY.	46—57
	新興	15	2/15	LC. VC. S. LY.	47—58
	新世紀	17	4/17	LC. VC. S. LY.	46—53
東勢	幸水	14	2/14	LC. VC. S. LY.	48—56
	豐水	15	3/15	LC. VC. S. LY.	51—57
	橫山	15	4/15	LC. VC. S. LY.	43—51
卓蘭	幸水	14	3/14	LC. VC. S. LY.	44—53
	豐水	13	2/13	LC. VC. S. LY.	47—51
	橫山	15	1/15	LC. VC. S. LY.	43—50
南寮	橫山	14	2/14	LC. VC. S. LY.	47—50
合計		145	27/145		43—58

(1) Numerator/denominator=Infected plants/inoculated plants.
(2) Symptoms appeared on the inoculated cucumber plants.
LC : leaf curling. VC : vein clearing. LY : leaf yellowing. S : stunt.

上述梨葉片材料之 PV 瓜苗檢定結果之病徵型、病徵發展情形、病徵發展潛伏期及低溫季節環境之無病徵反應現象等皆與日本佐野等[1,4,6]報告之 hop stunt viroid group 之瓜苗檢定結果相近似。又本省坡地高接梨及梨山溫帶梨品種材料係由日本引進並每年引進大量溫帶梨接穗，由此推測本省高接梨及溫帶梨普遍潛存有上述梨次病毒病 (PV) 並與日本報告之 HSV group 相關。

參考文獻

1. 楊一郎、鄧汀欽.1991. 葡萄次病毒之瓜苗檢定。中華農業研究。40(3)，249—254.
2. Diener, T. O. 1987. The Viroids. 344pp. New York, Plenum Press.
3. Sano, T., I. Uyeda, E. Shikata, T. Meshi, T. Ohno, and Y. Okada, 1985. A viroid-like RNA isolated from grapevine has high sequence homology with hop stunt viroid. J. Gen. Virol. 66,333—338.
4. Sano, T., T. Hataya, A. Sasaki, and E. Shikata, 1986. Etrog citron is latently infected with hop stunt viroid -like RNA. Proc. Jpn. Acad. Ser. B. 62,325-328 •
5. Sano, T., T. Hataya, Y. Terai, and E. Shikata. 1986. Association of a viroid-like RNA from plum dapple disease occurring in Japan. Proc. Jpn Acad. Ser. B. 62,98-101 •
6. Sasaki, M., and E. Shikata. 1977. Studies on the host range of hop stunt disease in Japan, Proc. Jpn. Acad. Ser. B. 55,103-108 •
7. Sasaki, M., and E. Shikata. 1977. On some properties of hop stunt disease agent, a viroid. Proc. Jpn. Acad. Ser. B. 55,109-112

Detection of pear viroids by cucumber assay[1](Research Note)

I. L. Yang[2]

Summary

Pear viroid inocula were extracted from 145 leaf collections including six pear varieties cultivated in Taichung district. The pear viroids were detected in 27 out of 145 pear inoculum extractions by the viroid indexing method of cucumber assay during spring to summer season.

The pear viroid induced typical viroid symptoms on cucumber indicaror plant (*Cucumis sativus* L.cv. Sūyō) 6-8 weeks after inoculation. The infected cucumber plants showed viroid-specific symptoms of leaf curling, vein clearing, top yellowing and stunt, which were similar to those induced by hop stunt viroid group described by Sano *et al.* in Japan.

Key words : viroid, pear, cucumber assay, viroid detection.

---

1. Contribution No. 1631 from Taiwan Agricultural Research Institute. The study was supported by research grant from National Science Council (NSC81-0409-B055-504) .
2. Associated Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

280中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(3)：280～294（1992）

利用合成土壤添加物防治百合白絹病之研究[1]

杜金池　謝廷芳　蔡武雄[2]

摘要：百合白絹病菌（*Sclerotium rolfsii* Sacc.）爲兼性寄生的土媒病原眞菌，具有強腐生能力，藥劑防治效果不佳。以土壤平板測試十六種化合物對本菌菌核發芽之影響，發現土壤添加1%（w／w）的各種化合物中，以含氮化合物最具抑制效果，其中含氮量500ppm之尿素和碳酸氫銨可完全抑制菌核的發芽和腐生活力。取四種有機質測試其對本菌菌核發芽和腐生活力之影響，顯示土壤中添加1%（w／w）之牛糞堆肥、米糠或蟹殼粉等處理，經七天後可抑制菌核發芽，其中以蟹殼粉效果最佳；另外，以添加2%（w／w）蟹殼粉抑制本菌腐生活力最爲顯著，其餘效果不彰。就病害防治而言，有機質處理土壤七天後，以添加0.5%(w／w)蟹殼粉最佳，其次是1%(w／w)米糠和牛糞堆肥，其病害罹病度分別爲4.2、3.3和41.7%。利用有效抑制菌核發芽的化合物和有機質組合成不同的添加物，顯示以添加1%（w／w）AR-3混合物可顯著抑制本菌菌核發芽與腐生活力及防治本病的發生。AR-3之配方爲牛糞35%、米糠10%、蟹殼粉10%、尿素5%、過磷酸鈣3%、氯化鉀1%和礦灰36%。

關鍵詞：百合，白絹病，尿素，有機質，土壤添加物

有關白絹病防治方面的研究頗多，舉凡化學防治(6,16,19,44,45)、耕作防治(21,24,25,37)和生物防治(15,29,31,46)等皆有，但至今猶無理想的防治措施。在化學防治方面，雖效果迅速，但對土壤傳播性病害而言，需用大量藥劑才能見效，而土壤燻蒸劑除價格昂貴外，尙有破壞土壤生物相之危險，利用化學肥料如尿素雖小規模試驗有效，但田間應用價值尙需評估。在耕作防治方面，利用太陽能(21,24,37)、土壤深耕(25)或添加有機質如堆肥(35)、燕麥和玉米桿(22,39)等，在小面積栽培下雖可降低病害的發生，但大面積應用則有其困難。而在生物防治方面，利用細菌(10,15)、放射線菌(46)、菌根菌(31)和*Trichoderma* spp.(10,13,20)等可抑制菌絲生長或菌核產生，但田間尙未有成功的例子。當然也有綜合兩種以上的防治法來管理病害，如太陽能配合有機質(5)、太陽能配合*Trichoderma* spp.(21)、氮肥配合拮抗微生物(1)、有機質配合拮抗微生物或土壤深耕配合藥劑(42)，但尙沒有利用化學肥料配合有機質來防治白絹病菌引起的病害。本研究之目的在於嘗試合成有效的土壤添加物以防治百合白絹病。

材料與方法

菌株來源與菌核製備

取由臺中市軍功里百合栽培田分離所得，編號 Sr029菌株爲本研究之供試菌，菌核以稻草培養基（將稻草桿剪成3公分片段，加水浸泡2小時後裝於500毫升之三角燒瓶，經二次121°C、1.05kg／cm^2壓力殺菌20分鐘）大量製備，並風乾備用。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1632 號。本研究承農委會80—農建—7.1—糧—57(12)之經費補助，謹此致謝。
2. 本所所長、植病系助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

供試植物與土壤

供試植物爲來自荷蘭進口之黃色姬百合 Polyanna 品種之種球，經低溫（0～4°C）下處理二個月打破休眠後備用。本試驗取用之土壤係取自本所試驗農場玉米田之壤土（砂：坋：黏＝40.9：48.0：11.1，PH＝5.3，有機質1.2%），經20目網篩過篩後，存放於塑膠袋中備用。

無機鹽類化合物對白絹病菌菌核發芽之影響

取1%（W／W）量之含氮、磷、鉀和鈣等16種化合物與土壤充分混合，各取20克處理土平舖於口徑9公分之培養皿內，加水使土壤含水量爲20%，隨即於土壤平板上排放15粒風乾之菌核，每處理四重覆，以不添加任何化合物者爲對照組，靜置於 28°C定溫箱中三天，並記錄菌核發芽之情形。

將適量去殼麥粒加水浸泡2小時並裝於500毫升之三角燒瓶，經二次121°C、1.05kg／cm^2 壓力殺菌20分鐘後，接種三塊生長於 PDA 平板上七天、直徑0.6公分之菌絲塊，置於28°C定溫箱下培養一個月，使菌絲充分長滿整個麥粒。取出麥粒置於上述各處理土壤平板上，每皿一粒麥粒菌種並保持20%土壤含水量，靜置於28°C下，於第三天和第五天記錄菌絲生長情形。

秤取尿素、碳酸銨、碳酸氫銨和硫酸銨等含氮化合物與定量含356mg／kg 過磷酸鈣和115mg／kg 氯化鉀之土壤充分混合，使土壤含氮量分別爲62.5、125、250、500和1000mg／kg 土壤，隨後分別取20克加入培養皿中製成含水量爲20%之土壤平板，每皿立即接種風乾菌核15粒，並分成加蓋和不加蓋皿蓋二組試驗，每處理四重覆，且以含過磷鈣和氯化鉀之處理爲對照組，在28°C下每隔24小時，利用2%水瓊脂（含100ppm Streptomycin）測定菌核存活率，三天後記錄菌核發芽百分率。

含氮化合物對白絹病菌腐生活力之影響

測定病原菌腐生活力之方法係採用劉和吳[8]改變 Avizohar-Hershenzen 和 Shacked（1968）的餌誘法行之，方法如下：取含有尿素、碳酸銨、碳酸氫銨和硫酸銨62.5、125、200、500和1000mg／kg 之土壤50克分別置於125毫升三角燒瓶中，然後加人20粒經煮沸10分鐘之高粱種子和20粒菌核，並加入10毫升蒸餾水，栓上瓶蓋，每處理四重覆以只含過磷酸鈣和氯化鉀之處理爲對照組，置於28°C定溫箱中七天，取出高粱種子，以清水沖洗乾淨後，以衛生紙吸乾水分，再將高粱種子排放於含有100ppm Streptomycin 之2%水瓊脂上，每皿排置10粒，經48小時後觀察菌絲生長的情形。統計所有長出白絹病菌之高粱種子，以計算其纏據百分比（Colonization percentage），作爲衡量本病原菌腐生活力（Saprophytic activity）之依據。

尿素及硫酸銨對病害發生之影響

分別取不同量之尿素和硫酸銨肥料（台肥出品）加入含有過磷酸鈣356mg／kg 土壤和氯化鉀115mg／kg 土壤之土壤混合均勻，使土壤含氮量分別爲250和500mg／kg 並添加菌核，使每100立方公分土壤含10粒菌核。分裝於口徑18公分之素燒瓷盆，每處理四重覆，以不處理任何氮肥者爲對照組，隨即種植黃色種姬百合，每盆三株，每隔七天依病害級數記錄發病情形[9]。

有機質對白絹病菌菌核發芽之影響

取1%（W／W）量之苦茶渣、牛糞堆肥、米糠和蟹殼粉等有機質，充分混合於土壤中，隨後各取20克平舖於口徑9公分之培養皿內，加水使土壤含水量爲20%，並分爲立即於平板上排置15粒風乾

菌核和處理一星期後再排放菌核二組試驗，每處理四重覆，以不加任何有機質處理者為對照組，靜置於28°C下三天，記錄菌核發芽百分率。

有機質對白絹病菌腐生活力之影響

取不同量之苦茶渣、牛糞堆肥、米糠和蟹殼粉與土壤充分混合，使土壤分別含有機質之量為0.25、0.5、0.75、1和2%（W／W），分別裝50克土壤於125毫升三角瓶中，並依前述測定腐生活力之法測定之。

有機質對百合白絹病病害發生之影響

分別取1%（W／W）量之苦茶渣、牛糞堆肥、米糠和0.5%（W／W）蟹殼粉與每100立方公分土壤含有10粒菌核之土壤充分混合，分裝於口徑18公分之素燒瓷盆中，分成二組試驗。一為每盆立即種植二顆百合種球，另一組為處理七天後，始種植百合，每處理四重覆，以不處理任何有機質之含菌土壤為對照組，靜置於28±4°C之溫室中，每隔七天依病害級數紀錄病害發生情形。

供試合成土壤添加物之組成

由以上各項試驗得知各化合物中之尿素在土壤含氮量500ppm 下可完全殺滅菌核，另有機質添加物中以牛糞堆肥、米糠和蟹殼粉（幾丁質）三者較能有效抑制白絹病之發生，因此以此四種成份為主又參酌百合栽培時之施肥推薦量，並加入用於土壤改良兼具提高土壤pH 值之礦灰（矽酸爐渣，添加1%量約可增加1單位土壤 pH 值），經16種組合測定其對本病原菌菌核發芽之抑制能力，選出組合 AR3做為本研究之供試添加物，其成份為牛糞堆肥35克、米糠10克、蟹殼粉10克、尿素5克、過磷酸鈣3克、氯化鉀1克、礦灰36克。另以硫酸銨代替尿素之組合 AR4 做比較。

合成土壤添加物對白絹病菌菌核發芽之影響

取不同量之 AR3和 AR4加入土壤配成0、0.25、0.5、0.75、1和2%（W／W）處理土壤，充分混合後，各取20克平舖於直徑9公分之培養皿內，加水保持20%土壤含水量，分成二組試驗，其一隨即排上15粒風乾菌核，靜置於28°C下三天記錄菌核發芽情形，另一將處理土壤靜置七天後始排上菌核，同狀況下靜置三天記錄之。

合成土壤添加物對白絹病菌腐生活力之影響

取上述含不同量 AR3或 AR4之處理土壤50克，置於125毫升三角燒瓶中，並加入20粒經煮沸10分鐘之高粱種子和20粒菌核，然後加入10毫升蒸餾水，栓上瓶蓋置於28°C定溫箱，每處理五重覆，以不加任何添加物者為對照組，經七天後取出高粱種子，以清水沖洗乾淨後，用衛生紙吸乾水分，再將之排置於含有100ppm Streptomycin 之2%水瓊脂上，每皿10粒，置於 28°C 下觀察菌絲生長情形。

合成土壤添加物對百合白絹病發生之影響

取0.5、1、1.5和2%（W／W）量之 AR3或 AR4與每100立方公分土壤中含有10粒菌核之土壤充分混合，加水濕潤靜置於28±4°C之溫室中一星期，隨即取3公斤處理土裝入口徑18公分之素燒瓷盆中，並種植三顆百合種球，每處理四重覆，以不添加任何添加物者為對照組，置於28±4°C之溫室中，每隔一星期依病害級數記錄發病情形。

結　　果

無機鹽類化合物對白絹病菌菌核發芽之影響

以土壤平板法測試土壤含1%（W／W）量之十六種含氮、磷、鉀和鈣之化合物對白絹病菌菌核

發芽和菌絲生長之影響，結果顯示銨態氮化合物如碳酸氫銨、碳酸銨、鉬酸銨和硫酸銨等，除硫酸銨外均能完全抑制菌核發芽，其中前二種化合物尙能完全抑制菌絲生長（表一）；另外，尿素和亞硝酸鈉亦能有效抑制菌核發芽和菌絲生長，但硝酸鈣則否。五種含鈣化合物以1%（W／W）量加入土壤時，除硫酸鈣能促進菌核發芽外，其餘均可抑制菌核發芽，但效果不若銨態氮化合物。磷酸氫鈉和磷酸氫二鈉二種含磷化合物對菌核發芽之抑制能力以後者較佳，而對菌絲之生長則效果相當。含鉀化合物如氯化鉀和硫酸鉀對菌核發芽之抑制效果以前者較佳（表一）。由上述結果可知含氮化合物抑制菌核發芽效果明顯。

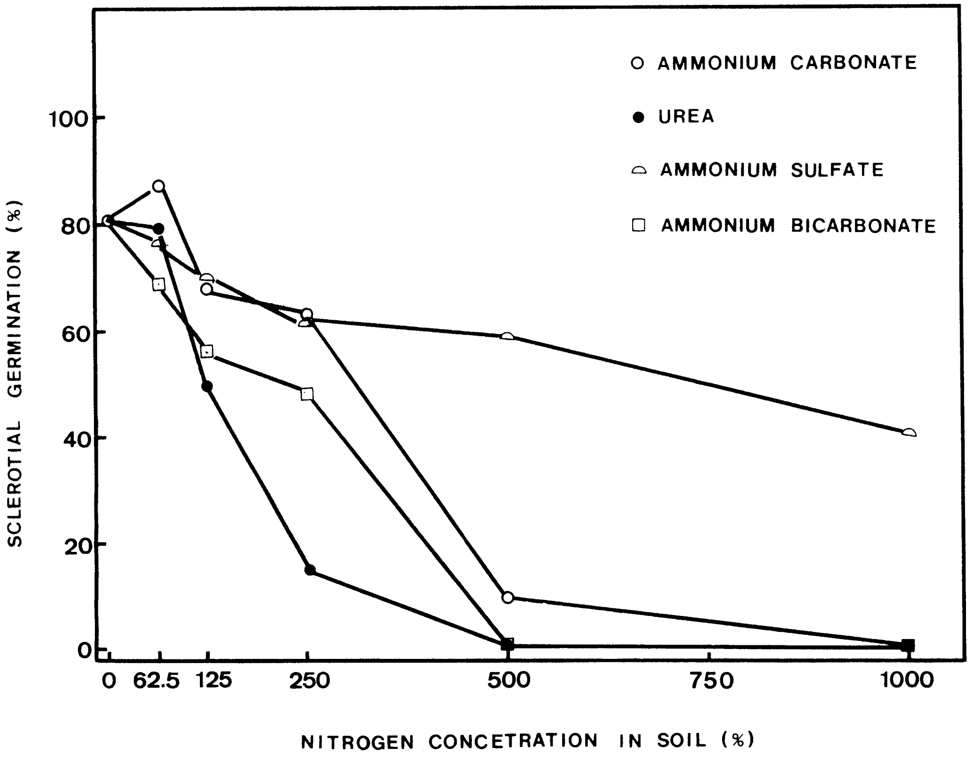
表一、不同化合物對白絹病菌菌核發芽和菌絲生長之影響

Table 1. Effect of various chemicals on sclerotial germination and mycelial growth of *Sclerotium rolfsii*

Chemicals[1]	Sclerotial[2] germination (%)	Mycelial growth (mm)[3]	
		3 days	5 days
Alumium sulfate	18	16.8	—
Ammonium bicarbonate	0	0	0
Ammonium carbonate	0	0	0
Ammonium molybdate	0	13.8	—
Ammonium sulfate	30	29.5	--
Calcium carbonate	27	20.5	38.8
Calcium chloride	28	19.5	40.5
Calcium nitrate	23	12.5	47.3
Calcium sulfate	80	24.5	39.5
Calcium superphosphate	30	14.5	—
Potassium chloride	2	14.5	42.7
Potassium sulfate	74	20	39.2
Sodium nitrite	0	0	0
Sodium phosphate, monobasic	57	22	41
Sodium phosphate, dibasic	19	21.7	42
Urea	0	0	0
Check	63	35.8	60

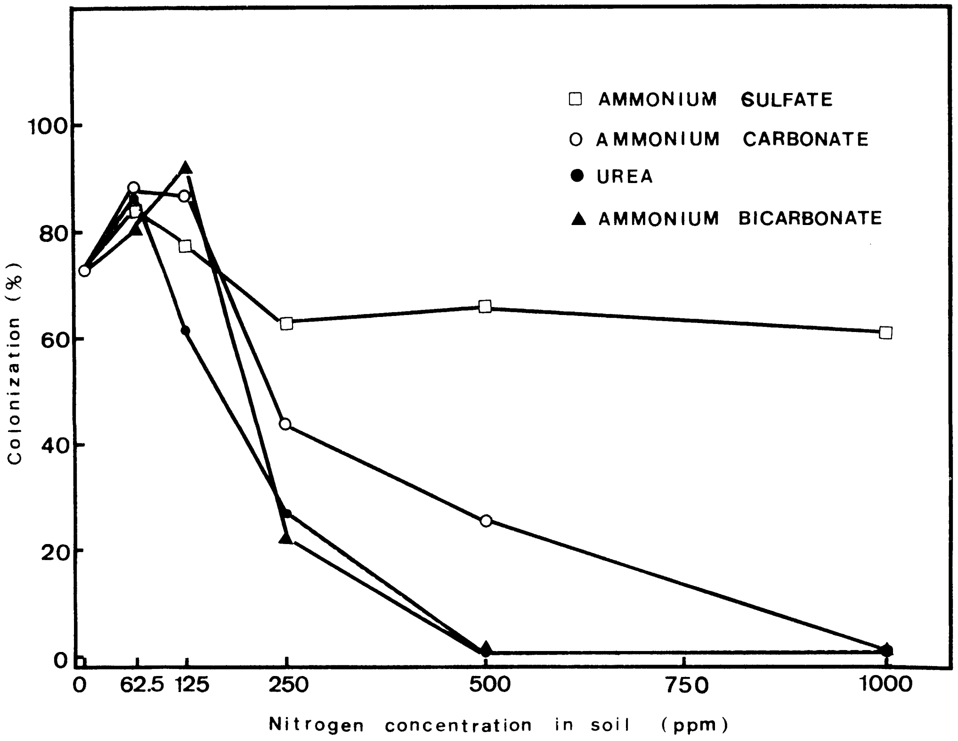
1) 1% (w／w) chemical was added into soil with 20% water content.
2) All values are means of four replicates, with 15 sclerotia／plate per replicate.
3) All vaues are means of four replicates, plate per replicate contains one wheat seed that be covered with mycelial of *S. rolfsii.*
'-', '--' expressed the wheat seed was colonized by *Trichoderma* spp. and *Penicillium* spp. + *Aspergillus* spp., respectively.

尿素、碳酸銨、碳酸氫銨和硫酸銨在土壤中不同含氮量對菌核發芽之影響，由圖一得知菌核發芽率隨著土壤含氮量之增加而降低，其中尿素和碳酸氫銨在土壤含氮量 500ppm 時，可完全抑制菌核發芽，碳酸銨則在含氮量 1000ppm 時，可完全抑制之，而硫酸銨則於相同含氮量下抑制效果不彰。以土壤處理尿素爲例，無論培養皿加蓋與否皆不影響菌核發芽率和存活率，菌核存活率隨著土壤含氮量之增加而遞減，且在500ppm 以上經三天即可完全將菌核摧毀。至於不同化合物於土壤中不同含氮量對白絹病菌腐生活力之影響，如圖二所示，腐生活力與土壤含氮量成負相關，且各化合物抑制本菌腐生活力之效果與抑制菌核發芽之情形相仿。即尿素和碳酸氫銨在土壤含氮量500ppm 下，碳酸銨在含氮量1000ppm 下可完全抑制之，而硫酸銨則否。



圖一、含氮化合物對白絹病菌菌核發芽之影響

Fig. 1. Effect of nitrogenous compounds on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*



圖二、含氮化合物對白絹病菌腐生活力之影響（腐生活力以菌絲纏據高粱種子百分率表示）

Fig. 2. Effect of nitrogenous compounds on the saprophytic activity of *Sclerotium rolfsii.* The saprophytic activity of *S. rolfsii* is expressed as the percentage of sorghum seeds colonized by the fungus 7 days after treatment in amended soils.

尿素及硫酸銨對百合白絹病發生之影響

尿素和硫酸銨對百合白絹病之影響不同，尿素於土壤含氮量250ppm 下不但無法抑制病害反而明顯促進病情，但當土壤含氮量達500ppm 時則可完全抑制病害；而增加硫酸銨之施用量由土壤含氮250ppm至500ppm 時會增加病害度，且在土壤含氮量為500ppm 時之病害度與對照組呈顯著性差異(p=0.05)（表二）。

表二、溫室中土壤添加尿素和硫酸銨防治百合白絹病之效果

Table 2. Effect of soil amended with urea or ammonium sulfate on control of lily southern blight in greenhouse

Treatment	Conc. (ppm N)	Disease severity (%) [1]			
		6wk[2]	7wk	8wk	9wk
Urea					
	250	37.5	58.3	75.0	100.0 a[3]
	500	0	0	0	0 c
$(NH_4)_2SO_4$					
	250	37.5	37.5	41.7	50.0 b
	500	33.3	54.2	70.8	83.3 a
Check		33.3	37.5	45.8	50.0 b

1) Disease was divided into 5 scales, 0=No yellow, 1=1/4 part of plant turns yellow, 2=1/2 part of plant turns yellow, 3=3/4 part of plant turns yellow, 4=plant wilts and dies.
Disease severity=Σ(scale X number of diseased plants at relative scale)/(4 X total number of plants)
2) Weeks after planting.
3) Values followed by the same letter in column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

有機質對白絹病菌菌核發芽之影響

土壤處理1%（W/W）量之苦茶渣、牛糞堆肥、米糠及蟹殼粉後，隨即測定對菌核發芽之影響，結果顯示除處理蟹殼粉能有效降低菌核發芽率外，其餘處理與對照組無明顯差異（表三）；而土壤處理各有機質七天後測定菌核發芽率，則除添加苦茶渣之處理與對照組間無顯著差異外，其餘處理均能有效降低之，其中更以蟹殼粉效果最佳。各有機質處理土壤後，對白絹病菌菌核存活之影響與發芽率相類似，尤其當菌核發芽後可再形成新菌核。

表三、有機質添加物對白絹病菌菌核發芽之影響

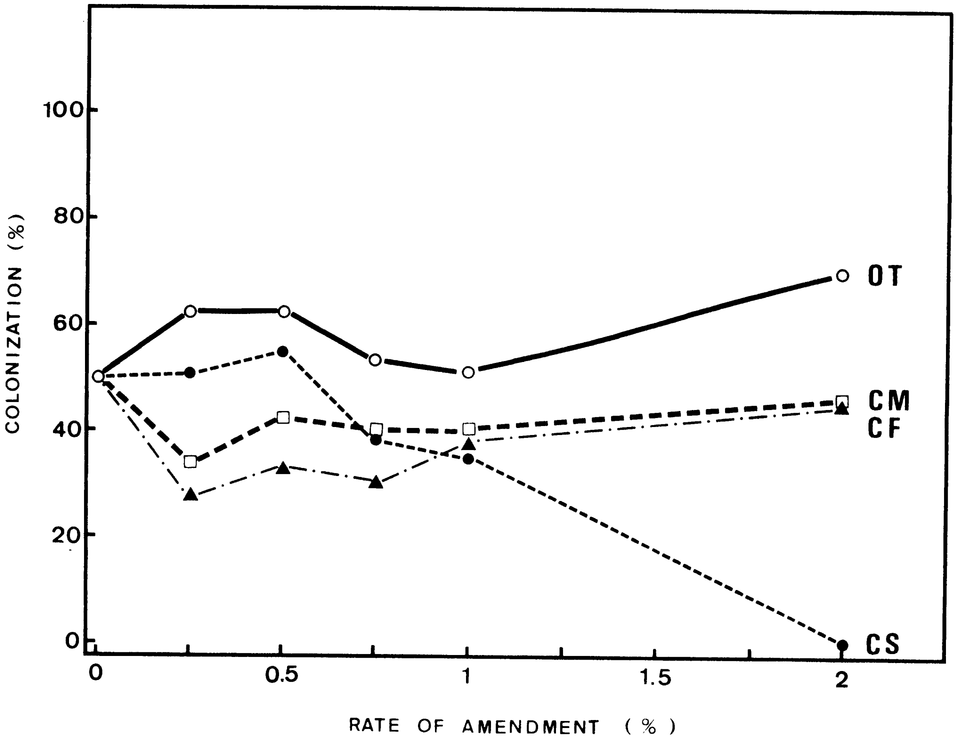
Table 3. Effect of organic amendments on the germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii*

Organic matter[1]	Sclerotial germination (%)	
	0 day[2]	7days
Oil tea dreg	100.0 a[3]	85.7 a
Cattle manure	93.3 a	59.1 b
Chaff	88.7 a	47.9 b
Crab shell meal	33.3 b	0 c
Check	83.3 a	76.2 a

1) Soil was amended with 1% (w/w) organic matter and then soil surface was put 15 sclerotia per petri dish.
2) Days after soil being amended with organic matter.
3) All values are means of four replicates, with 15 sclerotia/plate per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

有機質對白絹病菌腐生活力之影響

四種有機質添加於土壤後，對本菌腐生活力所造成的影響互異，增加苦茶渣、牛糞堆肥和米糠等之添加量，會強化本菌纏據高粱種子之能力，然而增加蟹殼粉之用量則可降低其纏據高粱種子之能力（圖三）。



圖三、有機質對白絹病菌腐生活力之影響（腐生活力以菌絲纏化高粱種子百分率表示，OT＝苦茶渣、CM＝牛糞堆肥、CF＝米糠、CS＝蟹殼粉）

Fig. 3. Effect of organic matters on the saprophytic activity of *Sclerotium rolfsii*. The saprophytic activity of *S. rolfsii* is expressed as the percentage of sorghum seeds colonized by the fungus 7 days after treatment in amended soils. OT=Oil tea dreg, CM=Cattle manure, CF=Chaff, CS=Crab shell meal.

有機質對百合白絹病發生之影響

表四結果顯示土壤添加1%（W／W）苦茶渣、牛糞堆肥和米糠後，隨即種植百合時，其病害度皆比添加後經過七天再行種植百合之病害度高。四種有機質添加物中，無論添加後隨即種植百合或處理七天始予種植，皆以0.5%（W／W）之蟹殼粉添加處理最能有效抑制病害發生；添加1%（W／W）牛糞堆肥隨即種植百合時，第八星期之病害度與對照組無顯著差異；添加1%（W／W）之米糠後無論隨即種植百合或七天後再種植，都有抑制病害發生之效果，其病害度皆與對照組呈顯著差異；而添加1%（W／W）苦茶渣後無論何時種植都會促進病勢之進展。

表四、溫室中土壤添加有機質防治百合白絹病之效果

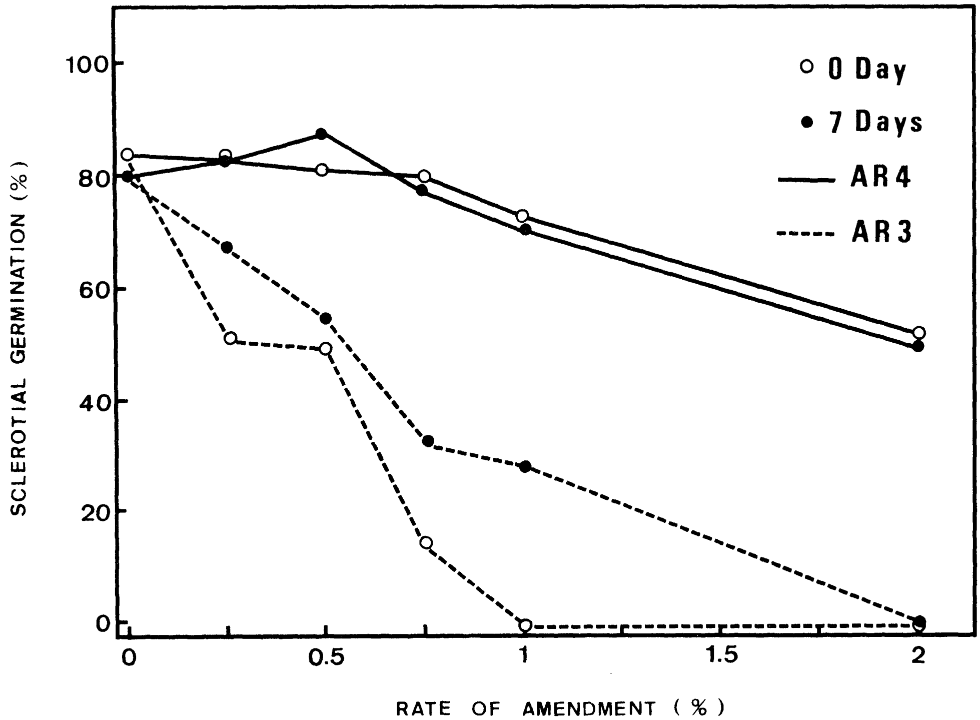
Table 4. Effect of organic amendments on control of lily southern blight in greenhouse

Organic matter[1]	Days after treatment	Disease severity (%)[2]			
		5wk	6wk	7wk	8wk
Oil tea dreg	0	87.5	100.0	100.0	100.0 a[3]
	7	62.5	75.0	87.5	91.7 a
Cottle manure	0	25.0	45.8	66.7	83.3 a
	7	25.0	33.3	33.3	41.7 b
Chaff	0	8.3	12.5	16.7	37.5 b
	7	0	8.3	29.2	33.3 b
Crab shell meal	0	0	0	0	0 c
	7	0	0	0	4.2 c
Check	0	54.2	70.8	87.5	100.0 a
	7	20.8	37.5	79.2	91.7 a

1) Soil contained 10 sclerotia per 100 cm^3 soil was amended with 1% (w/w) organic matter.
2) The rating of disease severity is the same as in Table 2.
3) All values are means of four replicates with 3 plants/pot per replicate. Values followed by the same letter in column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

合成土壤添加物對白絹病菌菌核發芽之影響

兩種添加物處理土壤後對本菌菌核發芽之抑制能力不一。AR3混合物無論土壤處理時間長短，對菌核抑制能力皆較 AR4混合物爲佳，惟 AR3混合物添加於土壤後，隨即排放菌核時之抑制效果較處理七天後始排放菌核之處理爲佳，而 AR4處理無論隨即或靜置七天後，始行測試菌核發芽率，其抑制效果相差不多（圖四），二者抑制菌核之能力皆與添加量成正比，即菌核發芽率隨添加量之增加而降低。

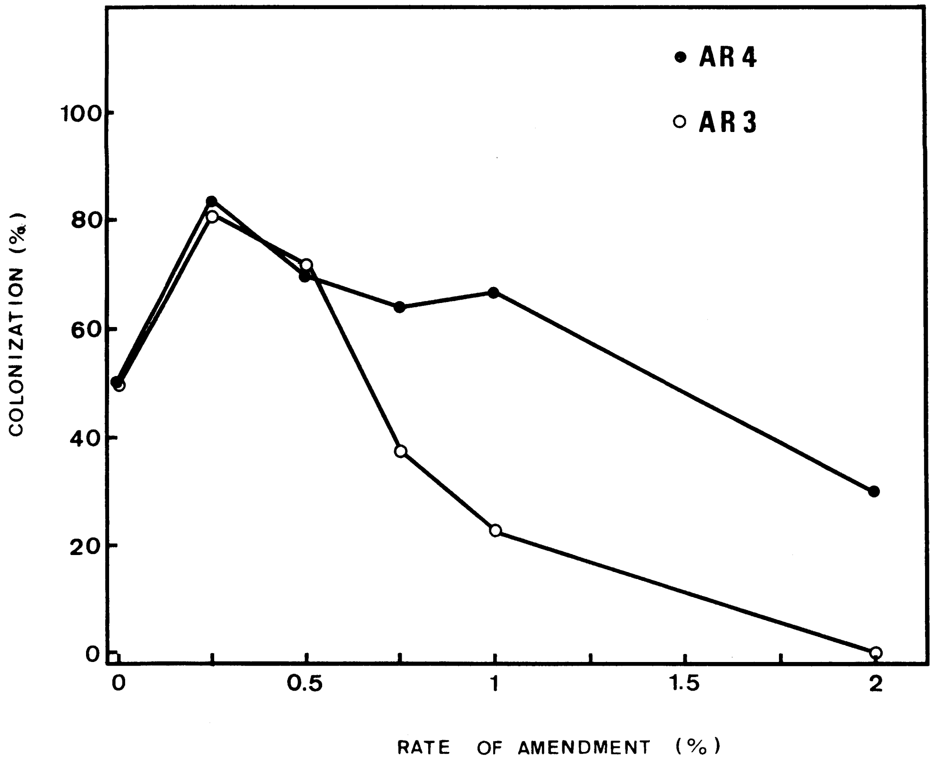


圖四、兩種合成土壤添加物對白絹病菌菌核發芽之影響

Fig. 4. Effect of two formulated soil amendments on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*

合成土壤添加物對白絹病菌腐生活力之影響

土壤分別添加兩種合成土壤添加物後，對本菌腐生活力之影響如圖五。土壤中添加0.25和0.5%（W／W）之 AR4後無法有效抑制本菌對高粱種子之纏據能力，反而有促進之效，當 AR3施用量在0.75、1和2%（W／W）或 AR4之施用量在2%（W／W）時始能抑制本菌之腐生活力，尤其土壤中添加2%（W／W）AR3 可完全抑制本菌之腐生纏據能力。



圖五、兩種合成土壤添加物對白絹病菌腐生活力之影響

Fig. 5. Effect of two formulated soil amendments on the saprophytic activity of *Sclerotium rolfsii*. The saprophytic activity of *S. rolfsii* is expressed as the percentage of sorghum seeds colonized by the fungus 7 days after treatment in amended soils.

合成土壤添加物對百合白絹病發生之影響

二種合成土壤添加物分別以不同量處理土壤一星期後，測定對百合白絹病發生之影響，結果顯示以添加1%和2%（W／W）之 AR3或2%（W／W）之 AR4能降低病害之發生，與對照組呈顯著性差異（p=0.05）。其餘添加量處理與對照組無明顯差異。於種植百合二個月時測量百合植株高度，發現增加 AR3之施用量對植株生長有抑制作用，尤其當添加2%時，植株之高度較對照組爲低且呈顯著性差異（p=0.05），而添加 AR4時植株高度與對照組則不呈顯著性差異（表五）。

表五、溫室中兩種合成土壤添加物防治百合白絹病之效果

Table 5. Effect of two formulated soil amendments on control of lily southern blight in greenhouse

Treatment[1] (conc.)		Plant height[2] (cm)	Disease severity (%)[3]			
			6wk	7wk	8wk	9wk
AR 3	0.5	81.5 ab	25.0	37.5	50.0	66.7 ab
	1.0	78.3 b	8.3	12.5	20.8	25.0 c
	2.0	52.5 c	0	0	0	0 d
AR 4	0.5	84.2 a	41.7	58.3	66.7	83.3 a
	1.0	85.8 a	37.5	58.3	66.7	75.0 a
	2.0	80.1 ab	25.0	37.5	54.2	58.3 b
Check		82.6 ab	27.8	45.8	58.3	79.2 a

1) Soil contained 10 sclerotia per 100 cm^3 soil was amended with AR 3 or AR 4 and then planted after 7-day-treatment.
2) Plant height was recorded 2 months after planting.
3) The rating of disease severity is the same as in Table 2.
4) All values are means of four replicates, with 3 plants/pot per replicate. Values followed by the same letter in each column are not significantly different at p=0.05 according to Duncan's multiple range test.

討　論

無機鹽類化合物可直接抑制土壤病原菌之生長[43,48]，尤其是含氮化合物可降低白絹病菌菌核之發芽率[2,11,42]。方和劉[2]指出土壤含有10mM 之尿素、氰氮化鈣、硫酸銨、硝酸銨、氯化銨或亞硝酸鹽類時，能顯著抑制本菌菌核發芽，其中尿素、氰氮化鈣和亞硝酸鹽類更可殺死菌核。筆者測試十六種含氮、磷、鉀和鈣之化合物對土壤中菌核發芽和菌絲生長的影響，結果顯示1%（W／W）量之銨態氮化合物如碳酸氫銨、碳酸銨和尿素能有效抑制菌核發芽和菌絲生長，但硝酸鈣則否。可知在土壤中抑制菌核發芽之能力以含氮化合物較佳，故進一步測定各種化合物之含氮量與菌核發芽之關係，結果尿素和碳酸氫銨在500ppm，碳酸銨在1000ppm 下可完全抑制菌核發芽，且尿素在500ppm 以上，無論加蓋與否經三天即可完全摧毀菌核。

將菌核培養在含有尿素、亞硝酸鹽或銨態氮化合物之土壤中一段時間後，可由菌核上分離出大量微生物[4,27]，而認爲氮化合物可當土壤微生物之氮素源，以增強其對菌核之纏據[27]。相同的，自然土中加入100ppm 氮量的硝酸銨可降低菌核發芽率[11]，此可能爲硝酸銨改變土壤微生物相而對本菌發生拮抗作用[36]。方和劉[2]指出尿素在殺菌土中對菌核發芽及存活全無影響，但加人 *Trichoderma harzianum* 或 *Fusarium ventricosum* 胞子懸浮液或只加少量尿素酶即能使菌核失去活力；然而露於含尿素之自然土中，則菌核可被揮發出的氣體所殺滅[3]，直接證明土壤微生物與菌核活力無直接關係，氨才是毒殺本菌的主要因子。雖然土壤 pH 值與土壤微生物對菌核存活無直接效應，但卻直接影響氮化合物在土壤中之分解作用而產生氨氣。硫酸銨添加在酸性土壤中產生氨量比在鹼性土壤中少[3]，對菌核的發芽抑制能力亦較弱[3,18,43]，銨態氮化合物在 pH8.6～9.5間才能將菌核殺死[43]。另外當土壤添加尿素後，受到微生物分泌的尿素酶所分解而揮發出氨氣影響菌核發芽及存活[2]。含氮化合物加入土壤後，除了產生氨氣以外，碳酸鹽和碳酸氫鹽類亦可產生 CO^{2-}和HCO^{-}而直接殺死菌核[43]。

含氮化合物既然可直接影響菌核活力，因此常被用在防治白絹病的發生。例如氮化合物加入土壤後可減輕落花生及甜菜[27]、尿素可防治綠豆[1]和硫酸銨及碳酸氫銨減輕草皮[45]等白絹病之發生。其機制不外乎產生氨氣[26,29]和改變土壤微生物相[27]而達防治之效果。若氮肥能與耕作制度或添加拮抗菌相配合時，防治病害效果更佳。Punja 等[42]添加含鈣或氮量112公斤／公頃的硝酸鈣或尿素及含氮

量84公斤／公頃的碳酸氫銨於蘿蔔田後做深耕處理可有效降低白絹病發生。又硝酸銨鈣和 *T. harzianum* 一起加入田土時亦能有防治花生白絹病[34]。

有機物質添加對白絹病菌菌核和病害之影響的相關研究並不多見，但實際上卻極度影響病害發生。土壤中有大量未分解的植物殘體或有機質存在時，極有利於本菌的發育[14]，但燕麥及玉米殘體的水抽出物經殺菌之後可抑制本菌之生長[39]。筆者測試苦茶渣、蟹殼粉，米糠和牛糞堆肥等四種有機質對本菌菌核發芽之影響，得知以1%（w／w）量之各種有機質與土壤混合並加水處理7天後，蟹殼粉、米糠和牛糞堆肥等可抑制菌核發芽，其中以蟹殼粉處理者效果最明顯，相反的，添加1%（w／w）量之苦茶渣則可促進菌核發芽。Johnson[30]指出在土壤中添加紫花苜宿後，可促進細菌的繁殖，增加菌核死亡。土壤添加4%苜蓿粉時，可使本菌菌核在6—8星期內全部毀滅，2%時約2個月，1～0.4%時約3個月，而未添加者在3個月後僅25%遭受破壞。除了土壤添加有機質後會促進土壤微生物之增量，使本菌菌核遭受破壞而死亡[22,30]外，一些好氣性細菌在分解有機質之過程中，會產生乙烯（ethylene）使菌核不能發芽[12]，然而苜蓿粉在分解過程中會產生乙醛（acetaldehyde）和其他揮發性氣體，促進菌核發芽[40]，而利於微生物分解。Linderman 和 Gilbert[33]亦發現植物殘體在分解初期會產生促進本菌菌核發芽之揮發性物質如甲醇（methanol）、乙醛、異丁醛（Isobutyraldehyde）等。可知有機質添加對菌核有正面的促進發芽和負面的摧毀二項影響。幾丁質可誘生大量的細菌和放射線菌[41]，分泌抗生物質以毒害病原菌[38]，本研究證實對白絹病菌有抑制菌核發芽和存活之效，如何實際應用在防治本菌引起的病害上，值得進一步探討。

添加堆肥[35]、燕麥桿[22]和苜蓿粉[32,33]可減低病害的發生，其原因可能是釋放氨氣和增加土壤中拮抗微生物的族群數量。筆者以盆栽方式測試四種有機質添加對病害之影響，顯示1%（w／w）量苦茶渣會促進病害的發生，而蟹殼粉對抑制病害最具有效果，其次是米糠和牛糞堆肥，其被害度均在50%以下，而對照組則高達91.7%。土壤中添加稻殼和木屑並不能降低太陽花的白絹病發病率，然而添加燕麥桿和蓖麻餅則可明顯降低病害的發生[22]，原因有二：1. 有機質在土壤中分解並釋放出水溶性（添加燕麥桿時）和醚溶性（添加蓖麻餅時）毒害物質以抑制本菌的生長，2. 促進土壤中的微生物以拮抗本菌[22]。Linderman 氏[32,33]指出紫花苜蓿減輕白絹病菌爲害的作用有下列四項原因：1. 增加土壤中拮抗微生物之活力，2. 使本菌由抵抗性之菌核變成易受拮抗微生物侵襲之菌絲，3. 消耗菌核能源，使其抵抗力降低而使拮抗菌及腐生菌易於生長在菌核上，4. 阻止新菌核產生，以減少接種源潛勢。

要維護農作物的生產潛能，首先必須經常補充作物生長所需之各項營養與有機質，免於農田遭受酸化、毒害和沖刷等之破壞[17,23]利用無機添加物除可直接促進作物的生長外，並可抑制植物病原菌[28]，而添加有機質可增進土壤肥力，改善土壤通氣性和增加微生物數量。因此結合無機化合物與有機添加物而發展出的合成土壤添加物（formulated soil amendment）[7,47]是綜合防治土壤傳播性病害的一個方向。本研究嘗試結合尿素和三種有機質，又參酌百合栽培時之施肥推薦量和用於土壤改良兼具提高土壤酸鹼值之礦灰（矽酸爐渣），合成一土壤添加物 AR3用以管理百合白絹病，由結果顯示可達約70%左右的防治率，惟田間之應用尙待進一步試驗。

參考文獻

1. 方新政、劉嵋恩・1986・尿素及*Trichoderma harzianum* 防治白絹病之可行性。植保會刊 28：432。
2. 方新政、劉嵋恩・1988・尿素等含氮化合物在土壤中對白絹病菌菌核發芽及存活之影響與土壤微生物之關係。植保會刊 30：235—244。
3. 方新政、劉嵋恩・1989・尿素在土壤中抑制白絹病菌之機制。植保會刊 31：163—174。
4. 方新政、劉嵋恩、杜金池・1988・化學肥料及含氮化合物對土壤中白絹病菌菌核之影響。植保會刊 30：101—110

。

5. 杜金池、程永雄、黃杉芪．1991．應用太陽能及有機綠肥對番茄白絹病之防治效果。植保會刊 33：95—102。
6. 呂理燊、李昱輝、鄭安秀、陳紹崇．1991．菱角白絹病及其防治。植保會刊 33：180—187。
7. 孫守恭、黃振文．1983．土壤添加物防治西瓜蔓割病之研究。植保會刊 25：127—137。
8. 劉嵋恩、吳龍溪．1971．土壤溫度及水份含量對白絹病菌腐生活力之影響。科學農業 19：191—195。
9. 謝廷芳、杜金池、蔡武雄．1990．溫濕度對百合白絹病發生之影響。中華農業研究 39：315—324。
10. Agrawal, S. C., Khare, M. N., and Agrawal, P. S. 1977. Biological control of *Sclerotium rolfsii* causing collar rot of lentil. Indian Phytopathol. 30:176-179.
11. Avizohar-Hershenzon, Z., and Shacked, P. 1969. Shacked, P. 1969. Studies on the mode of action of inorganic nitrogenous amendments on *Sclerotium rolfsii* in soil. Phytopathology 59:288-292.
12. Baker, K. F., and Cook, R. J. 1974. Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman & Company, San Francisco. 433p.
13. Bell, D. K., Wells, H. D., and Markham, C. R. 1982. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Phytopathology 72:379-382.
14. Boyle, L. W. 1961. The ecology of *Sclerotium rolfsii* with emphasis on the note of saprophytic media. Phytopathology 51:117-119.
15. Brathwaite, C. W. D., and Cunningham, H. G. A. 1982. Inhibition of *Sclerotium rolfsii* by *Pseudomonas aeruginosa.* Can. J. Bot. 60:237-239.
16. Brown, E. A. and Hendrix, F. F. 1980. Distribution and control of *Sclerotium rolfsii* on apple. Plant Dis. 64:205-206.
17. Browning, J. A. 1983. Whither plant pathology? Whither plant health? Plant Dis. 76:575-577.
18. Davey, A. E., and Leach, L. D. 1935. Toxicity of compounds of ammonia to *Sclerotium rolfsii.* Phytopathology 25:895-896. (Abstr.)
19. Diomande, M., and Beute, M. K. 1977. Comparison of soil plate fungicide screening and field effecacy in control of *Sclerotium rolfsii* on peanuts. Plant Dis. Reptr. 61:408-412.
20. Elad, Y., Chet, I., and Katan, J. 1980 *Trichoderma harzianum:* A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani.* Phytopathology 70:119-121.
21. Elad, Y., Katan, J., and Chet, I. 1980. Physical biological, and chemical control integrated for soilborne diseases in potatoes. Phytopatology 70:418-422.
22. Gautum,M ., and Kolte, S. J. 1979. Control of sclerotium of sunflower through organic amendments of soil. Plant and Soil 53:233-238.
23. Greenland, D. J. 1975. Bringing the green revolution to the shifting cultivator. Science 190:841-844.
24. Grinstein. A., Katan, J., Razik, A. A., Zeydan, O., and Elad, Y.1979. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of the soil. Plant Dis. Reptr. 63:1056-1059.
25. Gurkin, R. S., and Jenkins, S. F. 1985, Influence of cultural practices, fungicides and inoculum placement on southern blight and *Rhizoctonia* crown rot of carrot. Plant Dis. 69:477-481.
26. Henis, Y., and Chet, I. 1967. Mode of action of ammonia on *Sclerotium rolfsii.* Phytopathology 57:425-427.
27. Henis, Y., and Chet, I. 1968. The effect of nitrogenous amendments on the germinability of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* and on their accompanying microflora. Phytopathology 58:209-211.
28. Henis, Y., and Katan, J. 1975 Effect of inorganic amedment and soil reaction on soilborne plant diseases. Pages 100-106. *in:* G. W. Bruehl. ed. Biology and Control of Soilborne Plant Pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul. MN, 216pp.
29. Henis, Y., Lewis, J. A., and Papavizas, G. C. 1984. Interactions between *Sclerotium rolfsii* and *Trichoderma* spp: Relationship between antagonism and disease control. Soil Biol. Biochem. 16:

391-395.

30. Johnson, S. P. 1953. Some factors in the control of the southern blight organism, *Sclerotium rolfsii.* Phytopathology 43:363-368.

31. Krishna, K. R., and Bagyaraj, D. J. 1983. Interaction between *Glomus fasciculatum* and *Sclerotium rolfsii* in peanut. Can. J. Bot. 61:2349-2351.

32. Linderman, R. G. 1970. Plant residue decomposition products and their effects on host roots and fungi pathogenic to roots. Phytopathology 60:19-21.

33. Linderman, R. G., and Gilbert, R. G. 1969. Stimulation of *Sclerotium rolfsii* in soil by volatile components of alfalfa hay. Phytopathology 59:1366-1372.

34. Maiti, D., and Sen, C. 1985. Integrated biocontrol of *Sclerotium rolfsii* with nitrogenous fertilizers and *Trichoderma harzianum.* Indian J. Agri. Sci. 55:464-468.

35. Mathur, S. B., and Sinha, S. 1970. Role of manuring in control of root-rot of guar *(Cyamopsis psoralioides* DC.) and wilt of gram *(Cicer arietinum* L.) caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. Mycopath. Mycol. Appl. 40:155-159.

36. McClellan, W. D. 1947. Efficacy of certain soil fumigants and fertilizers against crown rot in annual larkspur caused by *Sclerotium rolfsii.* Phytopathology 37:198-200.

37. Mihail, J. D., and Alcorn, S. M. 1984. Effects of soil solarization on *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii.* Plant Dis. 68:156-159.

38. Mitchell, R., and Alexander, M. 1962. Microbiological processes associated with the use of chitin for biological control. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26:556-558.

39. Mixon, A. C. 1965. Influence of plant residues on the activities of *Scerotium rolfsii.* Phytopathology 55: 1069. (Abstr.)

40. Owens, L. D., Gilbert, R. G., Griebel, G. E., and Menzies, J. D. 1969. Identification of plant volatiles that stimulate microbial respiration and growth in soil. Phytopathology 59:1468-1472.

41. Peterson, E. A., Katzenelson, H., and Cook, F. D. 1965. The influence of chitin and myxobacters on numbers of actinomyetes in soil. Can. J. Microbiol. 11:595-596.

42. Punja, Z. K., Carter, J. D., Campell, G. M., and Rossell, E. L. 1986. Effects of calcium and nitrogen fertilizers, fungicides, and tillage practies on incidence of *Sclerotium rolfsii* on processing carrots. Plant Dis. 70:819-824.

43. Punja, Z. K., and Grogan, R. A. 1982, Effects of inorganic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *Scerotium rolfsii.* Phytopathology 72:635-639.

44. Punja, Z. K., Grogan, R. A., and Unruh, T. 1982. Chimical control of *Sclerotium rolfsii* on golf greens in Northern California. Plant Dis. 66 : 108-111.

45. Punja, Z. K., Grogan, R. A., and Unruh, T. 1982. Comparative control of *Sclerotium rolfsii* on golf greens in northern California with funficides, inorganic salts, and *Trichoderma* spp. Plant Dis. 66:1125 -1128.

46. Singh, R. S., Reddy, C. S. 1979. Suppression of damping-off of tomato and seedling blight of chick pea and sugarbeet by strains of *Streptomyces distaticus.* Indian Phytopathol. 32:374-377.

47. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling fusarium wilt and other soilborne diseases. Plant Dis. 69:917-920.

48. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1985. Mechanisms of control of Fusarium wilt diseases by amendment of soil with S-H mixture. Plant Prot. Bull. 27:159-169.

Studies on Control of Lily Southern Blight by Application of Soil Amendments[1]

C. C. Tu[2], T. F. Hsieh[3] and W. H. Tsai[3]

Summary

Sixteen inorganic salts were, respectivity, amended inot soil to study their inhibition to sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii.* It showed that the percentage of sclerotial germination was decreased after nitrogenous compounds being amended to soil at 1% (w/w) rate. Among those nitrogenous compounds, urea and ammonium bicarbonate at 500 ppm of the nitrogen level could not only completely inhibit the germination, but also suppress the saprophytic activity in soil. Meanwhile, urea at the same rate could effectively decrease the disease severity. Organic matters such as oil teadreg, cattle manure, chaff and crab shell meal were also tested for suppressing the sclerotial germination and saprophytic activity of the pathogen. The percentage of sclerotial germination was decreased when 1% (w/w) cattle manure, chaff or crab shell meal was amended into soil and incubated for 7 days. The saprophytic activity was not significantly decreased after soil amended with any organic matters in different quantity or rate except crab shell meal at 2% (w/w). Moreover, crab shell meal at 0.5% (w/w), cattle manure or chaff at 1% (w/w) was amended to soil for 7 days and reduced 4.2%, 33.3%, and 41.7% of disease severity, respectively. A soil amendment AR3 was formulated from urea and organic matters that could significantly decrease the sclerotial germination, saprophytic activity and disease severity of lily southern blight. This formulated soil amendment was added to soil at 1% (w/w) and incubated for 7 days could effectively control lily southern blight in greenhouse. The AR3 is consisted of 35% cattle manure, 10% chaff, 10% crab shell meal, 5% urea, 3% calcium superphosphate, 1% potassium chloride, and 36% mineral ash.

Key words: Lily, *Sclerotium rolfsii* Sacc., Soil amendment, Urea, Organic matter.

---

1. Contribution No. 1632 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grand from the Council of Agriculture, Exectutive Yuan, ROC.
2. Director, TARI
3. Respectively, Assistant and senior Pathologist, Department of Plant Pathology TARI, Wu-feng 41301, Taichung, Taiwan, ROC.

田間釋放玉米螟赤眼卵蜂(*Trichogramma ostriniae*)防治亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)效果評估[1]

余志儒　陳健忠　周樑鎰[2]

摘要：本試驗於本省臺中縣外埔、霧峰及烏日等地區，以連續增補釋放玉米螟赤眼卵蜂（*Trichogramma ostriniae Pang & Chen*）的方式，進行對亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*（Guénée））防治效果評估及與化學防治法的比較。自74年秋作至76年春作四期作之試驗結果，除75年秋作不明顯外，單獨釋放該蜂或放蜂配合施用藥劑均可減少植株被害率，有防治玉米螟之效果，但在絕大部份的處理區中，玉米螟卵塊發生數均與卵塊被寄生率無顯著相關性；在74年秋作和75年春作的放蜂區，玉米螟卵塊被寄生率分別爲43.61～55.61%和32.33～40.29%，75年秋作和76年春作經增加放蜂量後其寄生率均大幅提高，分別爲70.54～74.20%和60.79～65.13%，顯示玉米螟赤眼卵蜂在玉米螟之綜合防治策略中有其利用價值。比較藥劑防治區和對照區之玉米螟卵塊被寄生率，二者間差異不顯著，此表示施用加保扶(3% Furadan)或毒斯本(5% Dursban)粒劑農藥對本寄生蜂田間族群無明顯的不利影響。

關鍵詞：亞洲玉米螟、玉米螟赤眼卵蜂、生物防治、綜合防治

分佈於亞洲、澳洲爲害玉米之*Ostrinia* 屬螟蛾爲亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*(Guénée)，是本省玉米之最重要害虫(Mutuura and Munroe, 1970；邱與錢，1985)。年可發生7～8代，初齡幼蟲以嚙食葉肉爲主；較老熟幼虫在雄花出現前或蛀食葉脈中肋或由心葉鑽入莖內；雄花抽出時並可移蛀雄花花莖及取食花粉；雌穗抽出後可取食穗絲，甚可蛀食果穗部之穗粒及穗軸（顏福成，1984；Morallo-Rejesus, 1985；Camarao, 1976）。受害植株容易受風吹折，蛀孔附近堆積有大量排泄物，嚴重影響玉米產量及品質。由於近年來的高品質消費觀念及環保意識的嚴格要求，農藥的選用，必須對人畜及非標的生物毒性低、殘留期短，並能配合有效害蟲天敵的應用。如此有關以非農藥（如生物天敵）爲主，以低毒性農藥爲輔的綜合防治法方面的研究，是農作物害蟲管理的主要趨勢之一。

玉米螟之生物天敵全世界已記錄者雖有百餘種，但能在田間實際應用且較具成功防治效果者，僅有 *Trichogramma* 屬之卵寄生蜂。而已記錄亞洲玉米螟之寄生性天敵有4科、10種，亦以赤眼卵蜂（*Trichogramma* spp.）最重要（邱與錢，1985；Camarao, 1976）。在本所農場玉米田亦曾調查得三種該螟蛾之卵寄生蜂，即 *Trichogramma ostriniae* Pang & Chen、*T. chilonis* Ishii 及 *Trichogrammatoidea* sp.，其中以玉米螟赤眼卵蜂（*T. ostriniae*）爲優勢種（Chiu and Chen, 1986）。本試驗即選用該卵蜂爲試材，進行田間連續增補式釋放防治亞洲玉米螟之效果評估。由於影響卵寄生蜂田間釋放防治效果的因子很多，尤其是放蜂的時機、數量以及當時氣候等影響最大。如德

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1633 號。本研究承行政院農業委員會經費補助［計畫編號：75農建－7.1－糧－14(3)及76農建－8.1－糧－64(1)］，文承臺南區農業改良場曾清田博士，本所陳炳輝暨何琦琛博士斧正，及本所吳德忠先生協助田間調查工作，謹此一併致謝。
2. 本所應用動物系助理、副研究員及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

國釋放 *T. evanescens*（Neuffer, 1981）、及我國在山東省釋放 *T. dendrolimi* 與 *T. ostriniae*（Feng *et al.*, 1977）防治歐洲玉米螟（*Ostrinia nubilalis*（Hübner）），皆認爲玉米螟的發生初期是放蜂的最適期，在此時期釋放寄生蜂比玉米螟發生盛期時釋放會有較高的卵寄生率。放蜂數量亦因蜂種不同而有差異，如防治歐洲玉米螟，釋放 *T. nubilale* 的蜂數比釋放其他蜂種少即可獲得相同的卵寄生率（Burbutis and Goldstein, 1983）。本試驗於田間玉米螟發生初期，期以連續增補釋放的方式，初步評估玉米螟赤眼卵蜂防治亞洲玉米螟的可行性，並與配合施用化學農藥之綜合防治法及純化學防治法的防治效果作比較，以供進行該螟蛾非農藥防治及綜合防治時之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

玉米品種：飼料用玉米臺南351號。

玉米螟赤眼卵蜂：*T. ostriniae,* 每蜂片約含1000粒蜂蛹。

農藥：加保扶（3% Furadan G）、及毒斯本（5% Dursban G）爲政府推薦於防治玉米螟，且爲一般農民較常用之粒劑型殺蟲劑。

二、試驗方法：

㈠蜂片製作：將室內以糙米飼育得之外米綴蛾（*Corcyra cephalonica* Stainton）卵，用水溶性膠水黏附於紙片（120磅）上製成卵片，每片2×3.5cm，約含1000～1500粒蛾卵（見圖7）。將卵片封入透明塑膠袋中接種卵寄生蜂（*T. ostriniae*），卵數與蜂數比約爲6：1，待卵片變黑即成蜂片供田間釋放用（梁與楊，1983）。

㈡放蜂方法：將上述即將羽化之蜂片（約含1000粒蜂蛹）以釘書針訂於心葉以下第二～四葉片之背面近中央處（農林廳，1984；曾，1981）釘放距離因不同放蜂數而異。每公頃每次40片約每隔15公尺釘放1片，80片者約隔10公尺，100片者約隔8公尺，200片者約隔6公尺。

㈢田間試驗處理：

1. 74年秋作、75年春作之田間處理：

(1)生物防治區：T(80)T(80)

玉米播種後20～25天起，每7天釋放寄生蜂1次，每公頃每次80片，連續共6次。

(2)綜合防治區A：先放蜂後施藥，並分二種放蜂量。

綜合防治A1：T(40)F

玉米播種後20～25天起，每7天釋放寄生蜂1次，每公頃每次40片，連續共3次。並於雄花抽穗前7～10天施1次加保扶粒劑於心葉，每公頃40公斤。

綜合防治A2：T(80)F

除放蜂量改爲每公頃每次80片外，餘與綜合防治A1同。

(3)綜合防治區B：先施藥後放蜂，亦分二種放蜂量。

綜合防治B1：FT(40)

玉米輪生初期施1次加保扶粒劑於心葉，每公頃40公斤。並於雄花抽穗前7～10天開始，每7天放蜂1次，每公頃每次40片，連續共3次。

綜合防治B2：FT(80)

除放蜂量改爲每公頃每次80片外，餘與綜合防治B1同。

(4)藥劑防治區：FF

玉米輪生初期及雄花抽穗前7～10天各施1次加保扶粒劑於心葉，每公頃每次40公斤。

(5)對照區：不放蜂不施藥。

2. 75年秋作及76年春作之田間處理：

(1)生物防治區：T(200)T(200)

玉米播種後20～25天起，每7天釋放寄生蜂1次，每公頃每次200片，連續共6次。

(2)綜合防治區A：T(100)D

玉米播種後20～25天起，每7天釋放寄生蜂1次，每公頃每次100片，連續共3次。並於雄花抽穗前7～10天施1次毒斯本粒劑於心葉，每公頃20公斤。

(3)綜合防治區B：T(200)D

除放蜂量改爲每公頃每次200片外，餘皆與綜合防治區A同。

(4)藥劑防治區：DD

玉米輪生初期及雄花抽穗前7～10天各施1次毒斯本粒劑於心葉，每公頃每次20公斤。

(5)對照區：不放蜂不施藥。

以上田間處理，以地區爲重複，採逢機完全區集設計，74年秋作和76年春作在外埔兩處及霧峰一處進行試驗，75年春作和秋作則在外埔兩處、霧峰及烏日共四處進行試驗。每小區面積約0.1公頃，小區間隔約10公尺，間隔區內無作物。自首次防治處理（放蜂或施藥前）當天開始，每7天於每小區逢機取樣100株玉米（Kanour and Burbutis, 1984）調查玉米株被害率、玉米螟卵塊數、及玉米螟卵塊被寄生率，並於採收時每小區取樣100株玉米穗，以曬乾後脫粒之穗粒重代表產量。

玉米螟卵塊被寄生率：調查方法是將田間發現之未變黑卵塊，在附近以油性簽字筆標示，葉片基部以紅繩標記，下回調查時檢視其是否被寄生，變黑者爲被寄生，否則視爲爲未被寄生。玉米螟卵塊被寄生率＝（被寄生卵塊數÷卵塊發生數）×100%。

三、分析方法：

以變方分析比較每週各處理間的玉米株被害率、玉米螟卵塊發生數及卵塊被寄生率，以相關性分析測試各處理區上述各調查項目間的相關性，並以鄧肯氏多變域測試（Duncan's multiple range test）分析上述調查項目及穗粒重在各處理間的差異性。

結果與討論

一、田間玉米螟之發生情形：

根據對照區的玉米株被害率調查結果，顯示本省中部地區的霧峰、烏日和外埔四處試驗田玉米螟的爲害在74年秋作、75年春、秋作、76年春作概以玉米輪生初期至雄花抽穗後爲主要爲害期，上述各期作的最高被害株率及全期平均值分別爲25.7及15.9%、26.3及14.2%、16.0及5.9%、14.0及7.8%（圖1、2，表一、二）。一般而言，本省春作玉米之被害程度常較秋作嚴重（顏，1984），但在本研究之試驗田玉米的被害卻無此種明顯差異情形，可能是玉米螟的族群在上述試驗區全年發生普遍不高所致。四期作中平均每百株卵塊數，以75年秋作最高。

二、玉米螟防治效果比較：

74年秋作和75年春作以田間釋放赤眼卵蜂、單獨施加保扶粒劑或兩者綜合施用防治玉米螟，結果各處理區與對照區之植株被害率有顯著差異，各處理區間則差異不顯著（表一）。74年秋作各處理區間平均每百株玉米螟卵塊發生數差異不顯著。卵塊被寄生率除T(40)F與 FF 處理區有顯著差異外，餘均無顯著差異，但各放蜂區的卵塊被寄生率平均值皆高於無放蜂的單獨藥劑處理區和對照區（表一）。75年春作每百株卵塊數僅 T(80)T(80)與 FF 處理區間有顯著差異，其餘各處理間均無差異；各處理間之卵塊被寄生率均無顯著差異，但在放蜂區一般均有較高的卵塊被寄生率（表一）。此顯示釋放玉米螟赤眼卵蜂有助於提高玉米螟卵塊被寄生率。

上述二期作放蜂區的卵塊被寄生率分別爲43.61～55.61%及32.33～40.29%（表一），放蜂成效不如預期的理想，且先放蜂後施藥與先施藥後放蜂之各處理間的玉米株被害率與玉米螟卵塊被寄生率皆無明顯差異（表一）。爲進一步提高寄生率，於75年秋作和76年春作，將放蜂量提高爲74年秋作和75年春作的2.5倍，並刪除先施藥後放蜂處理，藥劑則改用與加保扶同爲政府所推薦用於防治玉米螟的陶斯松粒劑（5% Dursban G）。試驗結果顯示，75年秋作各處理間植株被害率、卵塊發生數和卵塊被寄生率均無顯著差異，但各放蜂區的卵塊被寄生率均較單獨藥劑處理的藥劑防治區及對照區高（表二）。76年春作植株被害率以 T(200)T(200) 和對照區較高且與藥劑防治區有顯著差異，各放蜂

區間差異則不顯著，各使用藥劑之防治區間亦差異不顯著；田間卵塊發生數以對照區爲最高，但與（200）T(200)處理區則無顯著差異（表二）；卵塊被寄生率僅在 T(100)D 和 DD 處理區之間有顯著差異外，所有防治理和對照區之間均無顯著差異，但各放蜂區均稍高於無放蜂的DD 及對照區（表二）。放蜂區的卵塊被寄生率，在75年秋作與76年春作皆比74年秋作、75年春作高，分別爲70.53～74.20與60.79～65.13%（表二），可知放蜂量每公頃每次40或80片均嫌不足，而四期作對照區的卵塊被寄生率與各防治處理間亦皆無顯著之差異，可能放蜂次數有浪費之嫌，故適當的放蜂量及放蜂次數究爲多少，有待進一步之探討。

表一、七十四年秋作和七十五年春作田間釋放玉米螟赤眼卵蜂及藥劑處理防治玉米螟之成效

Table 1. Efficacy of different treatments in corn field with *Trichogramma ostriniae* and insecticide against *Ostrinia furnacalis* in fall crop 1985 and spring crop 1986.

Treatment**	Fall crop 1985* (n=3)			Spring crop 1986 (n=4)		
	% plant attack	no. egg masses /100 plants	parasitism of egg masses	% plant attack	no. egg masses /100 plants	parasitism of egg masses
T(80)T(80)	7.46 b	0.74 a	48.33 ab	6.08 b	1.43 a	35.96 a
T(40)F	6.85 b	0.92 a	55.61 a	7.60 b	2.58 ab	36.95 a
T(80)F	5.79 b	1.28 a	47.37 ab	7.33 b	2.30 ab	40.29 a
FT(40)	6.18 b	1.13 a	43.61 ab	7.50 b	1.90 ab	32.33 a
FT(80)	7.67 b	1.13 a	47.83 ab	8.05 b	1.93 ab	37.40 a
FF	3.77 b	0.87 a	14.17 b	8.73 b	3.28 b	35.91 a
Control	15.92 a	0.87 a	26.52 ab	14.18 a	2.30 ab	12.39 a

* : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.
** : Numbers in parentheses indicate the number of wasp egg-card applied; ca. 1000 wasps will emerge from each egg-card.

表二、七十五年秋作和七十六年春作田間釋放玉米螟赤眼卵蜂及藥劑處理防治玉米螟之成效

Table 2. Efficacy of different treatments in corn field with *Trichogramma ostriniae* and insecticide against *Ostrinia furnacalis* in fall crop 1986 and spring crop 1987.

Treatment**	Fall crop 1985* (n=3)			Spring crop 1986 (n=4)		
	% plant attack	no. egg masses /100 plants	parasitism of egg masses	% plant attack	no. egg masses /100 plants	parasitism of egg masses
T(200)T(200)	4.17 a	7.60 a	70.53 a	5.72 ab	3.18 ab	60.79 ab
T(100)D	3.25 a	6.79 a	70.54 a	3.65 bc	1.53 b	65.13 a
T(200)D	3.98 a	5.71 a	74.20 a	2.80 bc	2.43 b	63.27 ab
DD	3.65 a	5.80 a	53.01 a	2.53 c	2.60 b	29.36 b
Control	5.94 a	5.05 a	51.96 a	7.80 a	4.70 a	47.77 ab

* : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.
** : Numbers in parentheses indicate the number of wasp egg-card applied; ca. 1000 wasps will emerge from each egg-card.

本試驗在玉米播種後四週起每週調查玉米株被害率、玉米螟卵塊發生數及卵塊被寄生率，經比較各週各處理間平均值之差異，發現四期作中植株被害率僅在75年秋作播種後第12週（圖2，p＝0.0123）差異顯著外，其餘皆不顯著（圖1、2）。卵塊發生數在四期作中均無顯著差異（圖3、4）；卵塊被寄生率在74年秋作玉米播種後第7週（圖5，p＝0.0411）和76年春作播種後第9週（圖6，p＝0.0181）的各處理間有顯著差異，其餘皆不顯著（圖5、6）。關於玉米螟卵塊發生數與玉米株被害率、卵塊被寄生率之間的相關性分述如後：

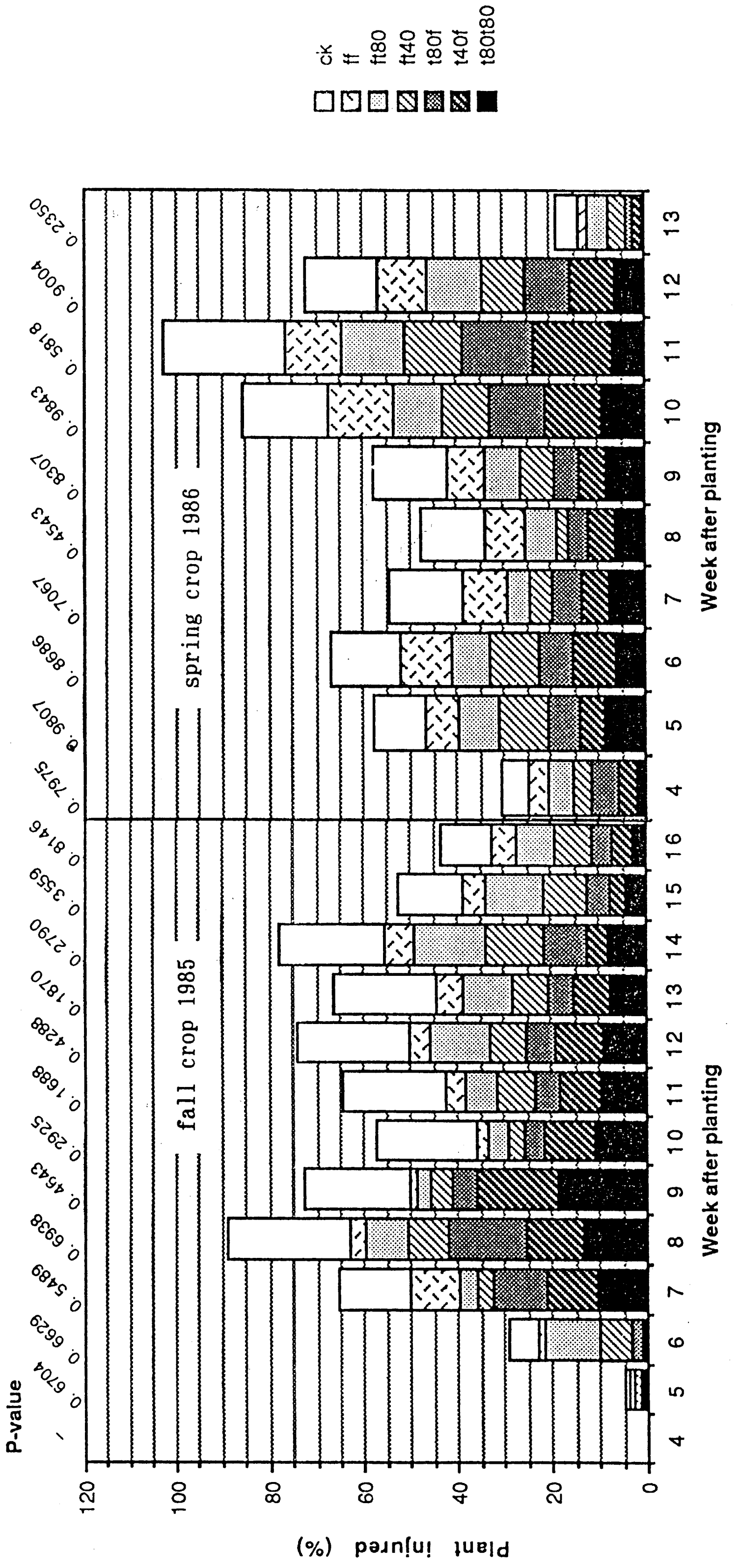


圖1、74年秋作及75年春作臺中地區玉米田受玉米螟爲害之玉米株被害率。

Fig. 1. Percent plant injured by Aaian corn borer on field corn under different treatments, Taichung, Taiwan, fall crop 1985 and spring crop 1986.

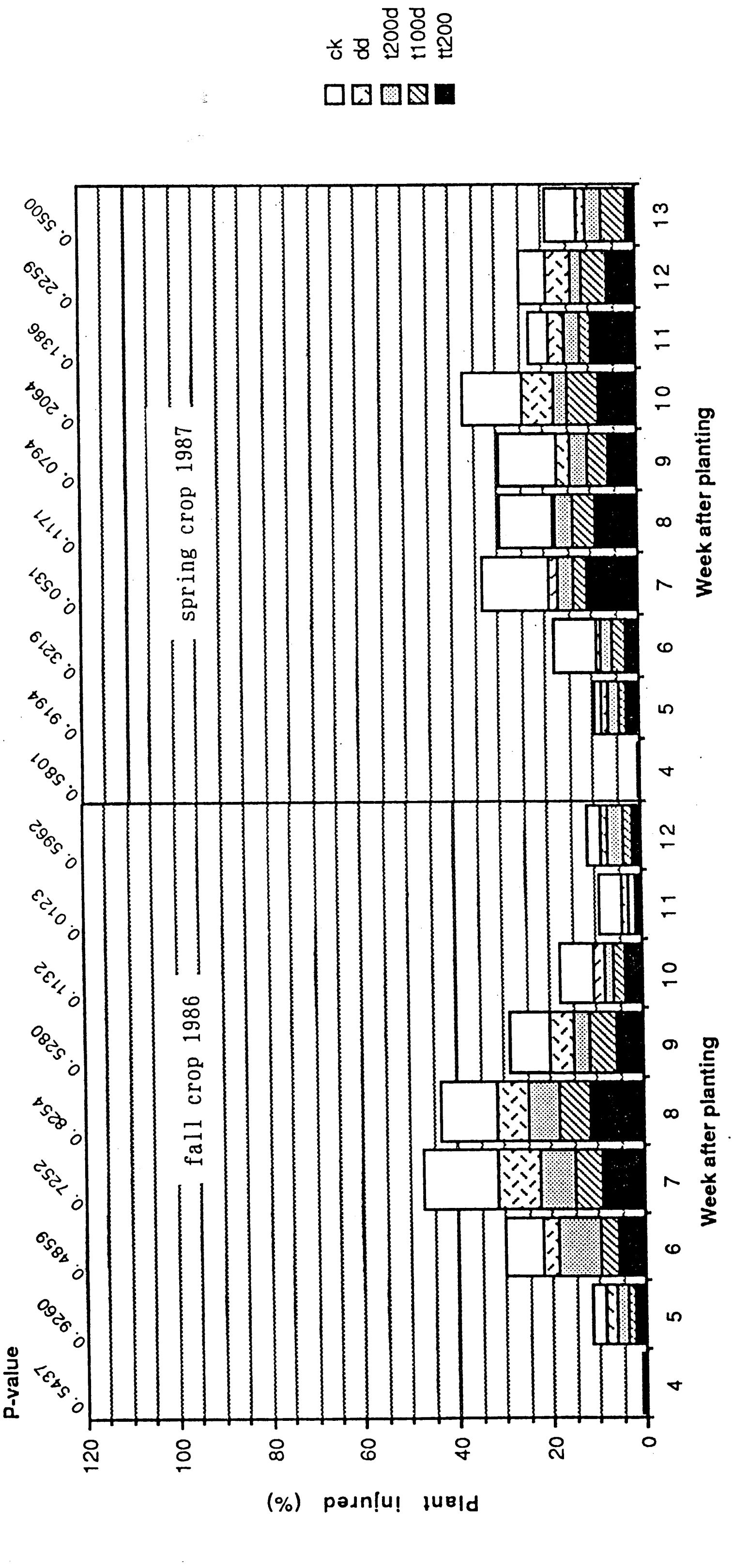


圖2、75年秋作及76年春作臺中地區玉米田受玉米螟爲害之玉米株被害率。

Fig. 2. Percent plant injured by Aaian corn borer on field corn under different treatments, Taichung, Taiwan, fall crop 1986 and spring crop 1987.

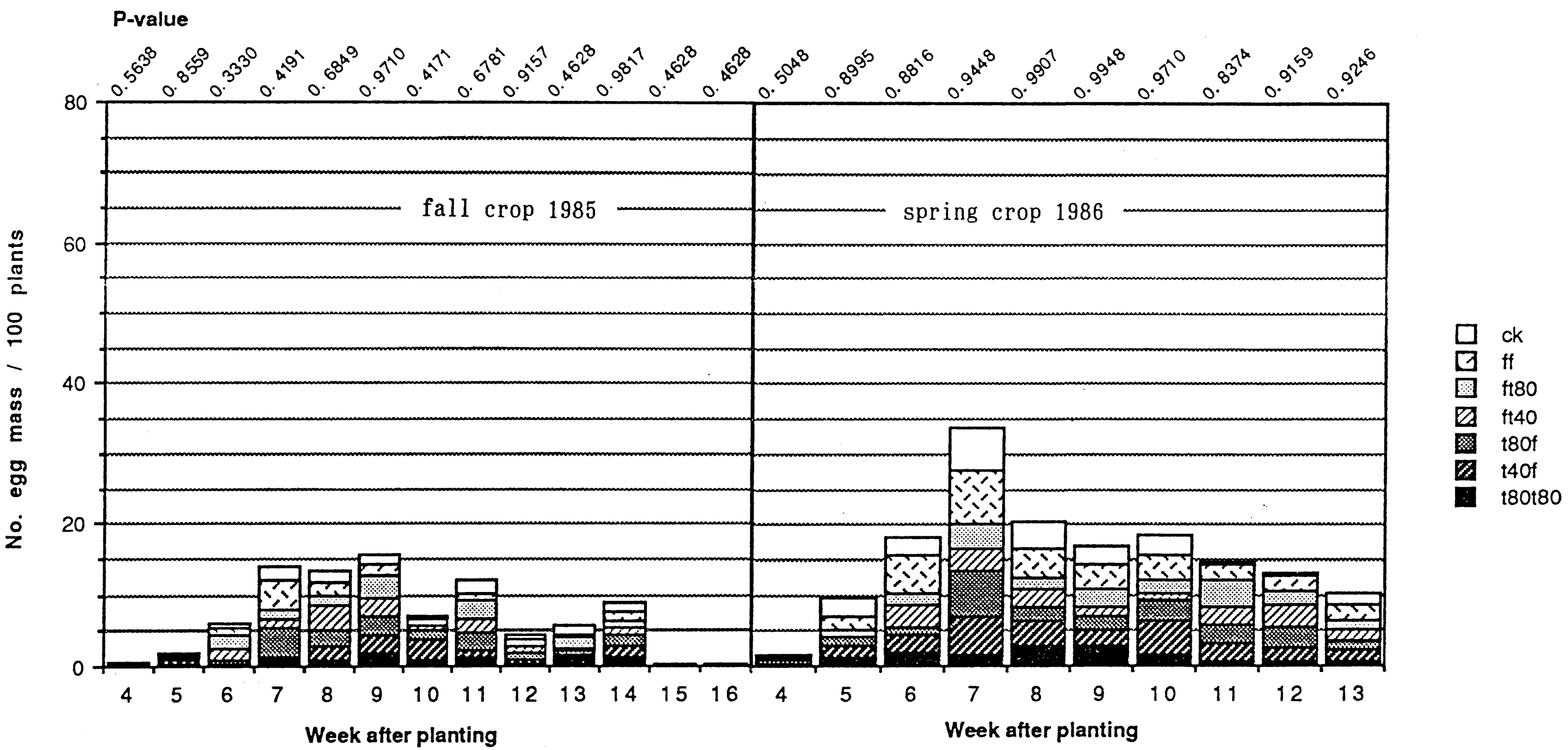


圖3、74年秋作及75年春作臺中地區玉米田之玉米螟卵塊發生數。

Fig. 3. Number of Asian corn borer egg masses on corn plant under different treatments, Taichung, Taiwan, fall crop 1985 and spring crop 1986.

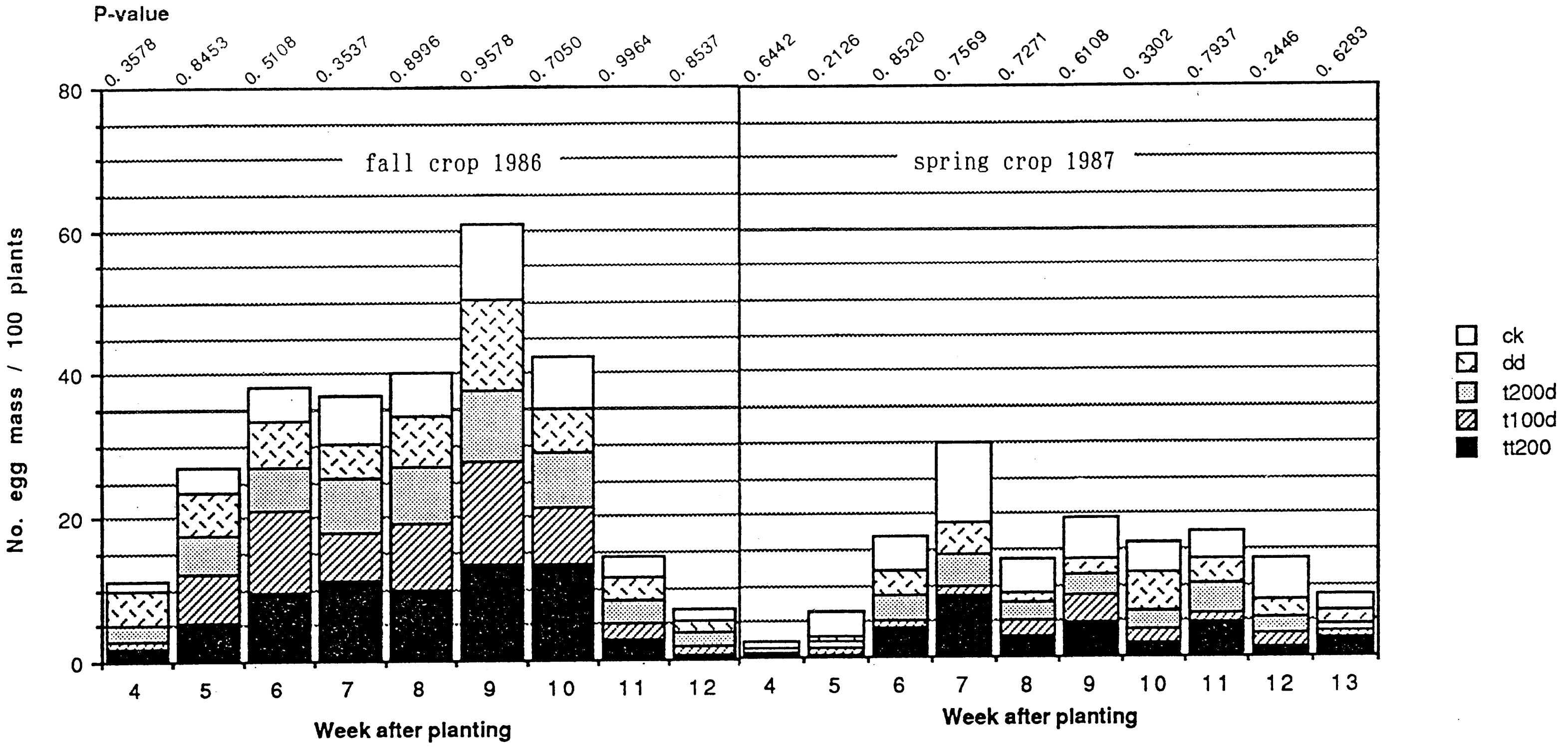


圖4、75年秋作及76年春作臺中地區玉米田之玉米螟卵塊發生數。

Fig. 4. Number of Asian corn borer egg masses on corn plant under different treatments, Taichung, Taiwan, fall crop 1986 and spring crop 1987.

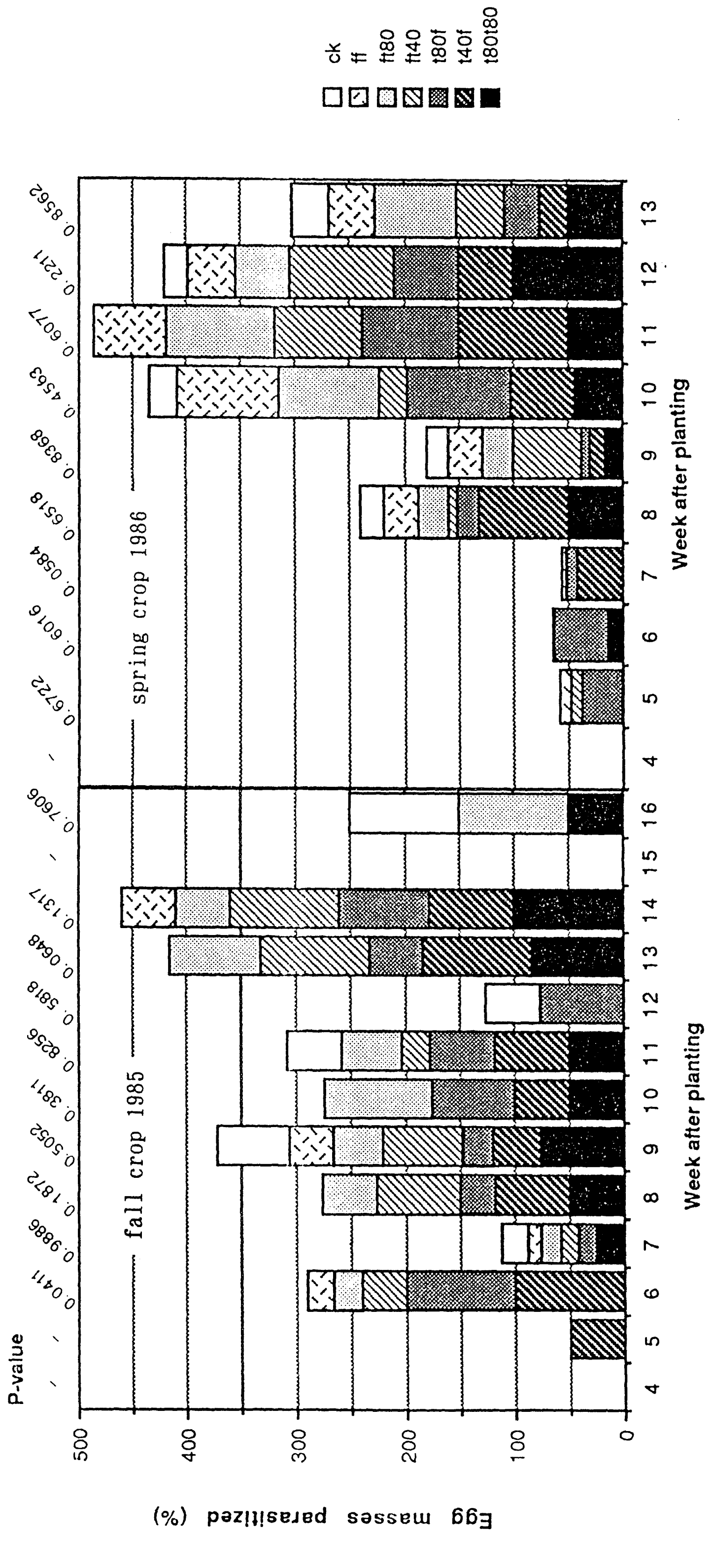


圖5、74年秋作及75年春作臺中地區玉米田之玉米螟卵塊被寄生率。

Fig. 5. Average parasitism of Asian corn borer egg masses following ground release of *Trichogramma ostriniae* on field corn, Taichung, Taiwan, fall crop 1985 and spring crop 1986.

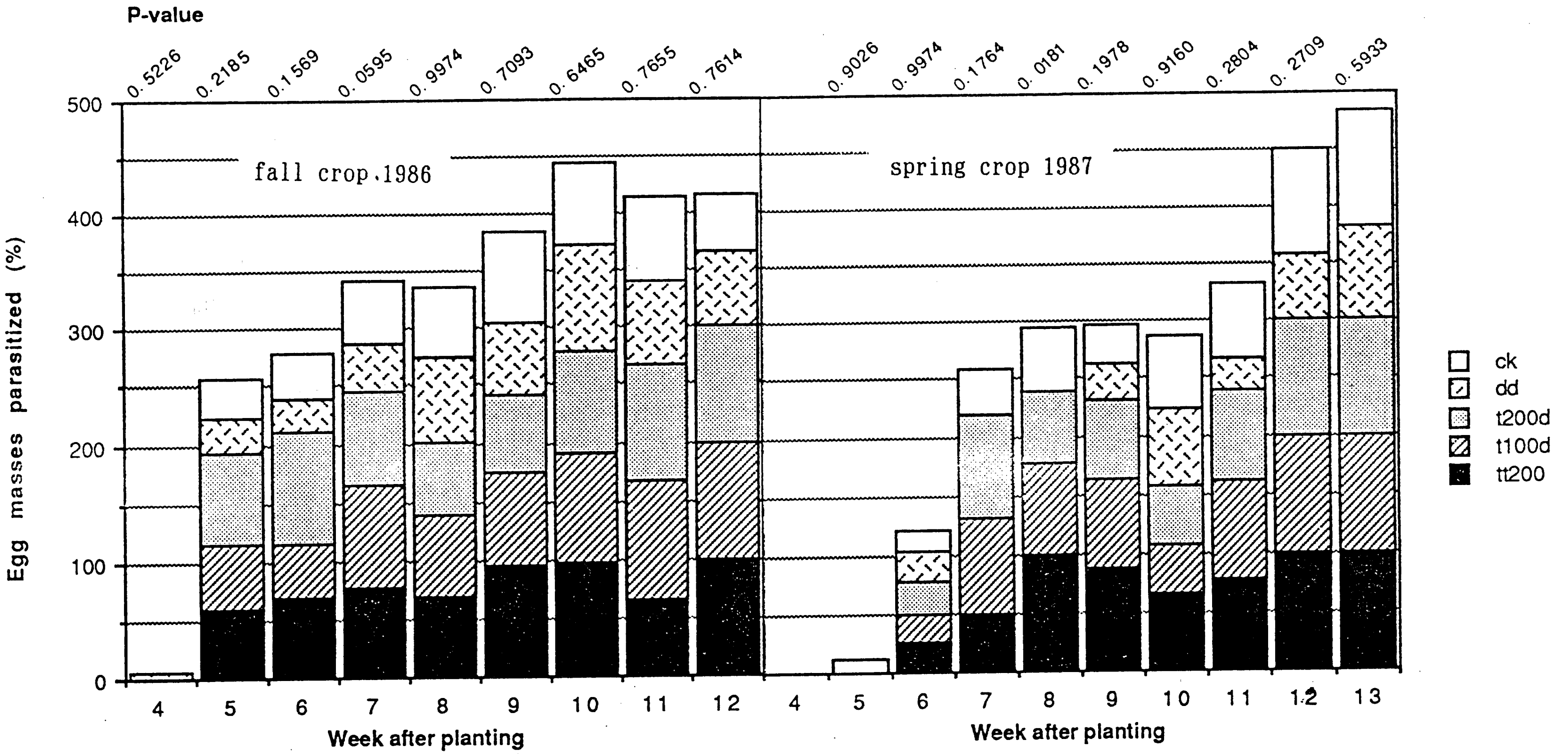


圖 6、75年秋作及76年春作臺中地區玉米田之玉米螟卵塊被寄生率。

Fig. 6 Average parasitism of Asian corn borer egg masses following ground release of *Trichogramma ostriniae* on field corn, Taichung, Taiwan, fall crop 1986 and spring crop 1987.

(一)玉米螟卵塊發生數與玉米株被害率之相關性：

74年秋作，在 T(80)T(80)、T(40)F、T(80)F 和 FF 處理區呈顯著正相關，相關係數分別爲0.8473、0.6511、0.6008和0.5664（表三）；75年春作各處理間相關性則皆不顯著（表三）。75年秋作在 T(100)D 處理區呈正相關，相關係數爲0.7746（表四）。76年春作在 T(200)T(200)、DD和對照區有顯著正相關，相關係數分別爲0.6503、0.6576和0.6885(表四)。

(二)玉米螟卵塊發生數與卵塊被寄生率之相關性：

74年秋作只在 T(80)T(80)處理區呈顯著正相關，相關係數爲0.6691；75春作各處理區間之相關性皆不顯著（表三）。75年秋作與76年春作亦皆無顯著相關性（表四）。

表三、七十四年秋作和七十五年春作各處理區植株被害率、玉米螟卵塊數和卵塊被寄生率之相關性分析

Table 3. Correlation analysis of percent plant injured, number of borer egg masses, and percent parasitism of egg masses for various control measures of the Asian corn borer on field corn of fall crop 1985 and spring crop 1986.

Treatment[b]	Pearson correlation coefficients[a]					
	Fall crop 1985			Spring crop 1986		
	PI×EM	PI×PSM	EM×PSM	PI×EM	PI×PSM	EM×PSM
T(80)T(80)	0.8473**	0.3380	0.6691*	0.5868	−0.3585	−0.3728
T(40)F	0.6511*	−0.4209	0.0012	0.2724	0.6364*	0.4660
T(80)F	0.6008*	0.0776	−0.1441	0.2390	0.8196**	0.0507
FT(40)	0.2243	0.6419*	0.3036	0.0595	0.3819	0.1866
FT(80)	0.0146	−0.3278	0.0246	0.4020	0.5349	0.3413
FF	0.5664*	−0.1029	0.2564	0.4055	0.3508	−0.4443
Control	0.5090	0.2177	−0.1938	0.0445	−0.1973	−0.0563

a : *, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
b : PI, % plant injured; EM, no. borer egg masses; PSM, % parasitism of egg masses.

(三)玉米株被害率與卵塊被寄生率間之相關性：

74年秋作顯示僅在 FT(40)處理區呈顯著正相關，相關係數爲0.6419。75年春作在 T(40)F 和 T(80)F 處理區呈正相關，其相關係數分別爲0.6364和0.8196，其餘各處理間相關性皆不顯著。76年春作除在 DD 處理區呈顯著正相關（相關係數爲0.6640）外，其餘處理區及75年秋作亦皆無顯著相關性（表四）。

表四、七十五年秋作和七十六年春作各處理區植株被害率、玉米螟卵塊數和卵塊被寄生率之相關性分析

Table 4. Correlation analysis of percent plant injured, number of borer egg masses, and percent parasitism of egg masses for various control measures of the Asian corn borer on field corn of fall crop 1986 and spring crop 1987.

Treatment[b]	Pearson correlation coefficients[a]					
	Fall crop 1986			Spring crop 1987		
	PI×EM	PI×PSM	EM×PSM	PI×EM	PI×PSM	EM×PSM
T(200)T(200)	0.5282	0.2523	0.4646	0.6503*	0.4926	0.2088
T(100)D	0.7746*	0.2326	0.0838	0.5423	0.3990	0.2769
T(200)D	0.4493	0.3562	0.1071	0.6090	0.3905	0.1383
DD	0.4094	0.1036	0.0787	0.6576*	0.6640*	0.3830
Control	0.6291	0.5716	0.6494	0.6885*	0.2223	0.0308

a : *,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
b : PI, % plant injured; EM, no. borer egg masses; PSM, % parasitism of egg masses.

由以上四期作各處理區，對於玉米螟卵塊發生數與玉米株被害率或卵塊被寄生率，及玉米株被害率與卵塊被寄生率間之相關性分析，尙無法作一明確之結論。

三、產量比較：

臺南351號爲飼料用玉米品種，故以採收後曬乾脫粒的穗粒重作爲產量。在74年秋作以藥劑處理區最高，對照區最低，各放蜂區間均無差異；75年春作各處理間均無差異（表五）。在75年秋作除 T(200)T(200)和 T(100)D 處理各與對照區有顯著差異外，餘均無顯著差異；76年春作以 T(200)D 處理區最高，T(100)D次之，T(200)T(200)與 DD處理區再次之，對照區最低（表六）。

表五、七十四年秋作和七十五年春作田間釋放玉米螟赤眼卵蜂及藥劑處理防治玉米螟之每百株玉米粒重(公斤)。

Table 5. The kernel harvest per 100 plants for different treatments of corn field with *Trichogramma ostriniae* and insecticide against *Ostrinia furnacalis* in fall crop 1985 and spring crop 1986. (kg)

Treatment	Fall crop 1985	Spring crop 1986
T(80)T(80)	15.23 abc*	21.40 a
T(40)F	14.60 abc	20.38 a
T(80)F	14.00 bc	21.00 a
FT(40)	14.17 bc	19.23 a
FT(80)	15.97 ab	18.35 a
FF	17.37 a	20.05 a
CK	12.37 c	19.45 a

* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test

表六、七十五年秋作和七十六年春作田間釋放玉米螟赤眼卵蜂及藥劑處理防治玉米螟之每百株玉米粒重(公斤)。

Table 6. The kernel harvest per 100 plants for different treatments of corn field with *Trichogramma ostriniae* and insecticide against *Ostrinia furnacalis* in fall crop 1986 and spring crop 1987. (kg)

Treatment	Fall crop 1986	Spring crop 1987
T(200)T(200)	16.88 ab*	13.27 c
T(100)D	17.53 a	14.23 b
T(200)D	16.04 abc	16.13 a
DD	15.11 bc	13.27 c
CK	14.48 c	12.97 d

* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test

綜合以上四期作之試驗結果，單獨釋放玉米螟赤眼卵蜂或放蜂配合施用藥劑均可減少植株被害之

效果（75年秋作除外），顯示玉米螟赤眼卵蜂在玉米螟之綜合防治上有其利用價值。單獨放蜂區並未顯示經常維持比綜合防治區較高的產量，由於生物防治法先天即存在比藥劑防治法較高的不定性，以單獨放蜂防治玉米螟非爲最佳選擇，加以本省玉米螟幼蟲天敵族群極低，防治工作完全寄望在卵期的防治，必增無法壓制幼蟲族群的風險。比較四期作中單獨藥劑防治和對照區之卵塊被寄生率，顯示同樣在無放蜂的情形下，對照區並未必較高，此表示施用此二種粒劑農藥對本寄生蜂族群似無明顯的影響。在玉米螟之綜合防治體系中，評估赤眼卵蜂之防治效能，最主要的當然是由植株被害率與玉米產量作爲指標，但這兩項指標中，影響後者之因子繁多而且複雜，而前者則完全爲玉米螟幼蟲取食之結果與幼蟲族群的多寡與分布有關，而幼蟲的族群顯然與卵的族群有關，且受環境中各項致死因子的調節（Hudon et al., 1989）。歐洲玉米螟在加拿大的田間族群存活率只有1.3%，仍能造成經濟爲害（Hudon & LeRoux, 1986）；亞洲玉米螟在日本田間自然死亡率亦高達98.4%（Saito & Oku, 1985）。這兩處報告中均指出成蛾死亡率（包括短程遷移出入）是族群增減的主因。事實上，玉米田中赤眼卵蜂的種類和族群亦呈高的的變動狀態（陳，未發表資料），此種變動顯然與玉米螟族群之消長有密切的關係。在本省提高放蜂量以增加玉米螟卵的被寄生率，是提昇玉米螟防治效果的方法之一，但綜合本試驗中四期作的結果來看，絕大部份處理區中，玉米螟卵塊發生數均與卵塊被寄生率無顯著相關，此與曾清田（1974）報告寄主卵塊發生量達最多時寄生率亦達最高，兩者之間呈一種正比例關係不盡相同，似乎尙有其他影響寄生率的因子存在，而其中深入瞭解有關寄生蜂的田間生態研究及大量繁殖寄生蜂之品管均爲玉米螟綜合防治成敗之重要關鍵。

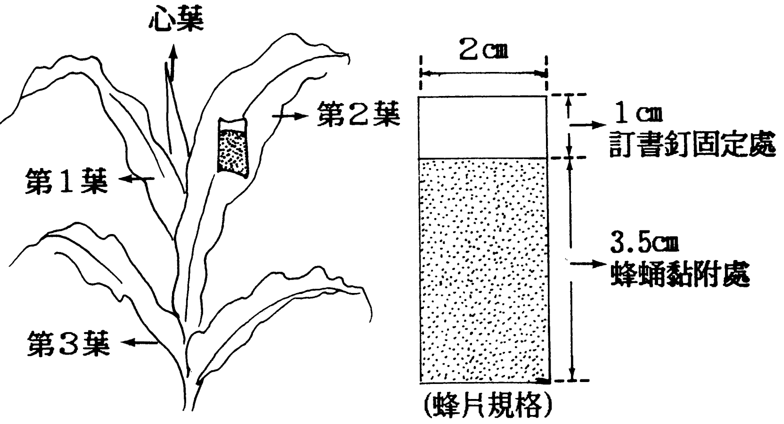


圖7 赤眼卵蜂蜂片規格及其在田間玉米株上之訂放處

Fig. 7 The size of *Trichogramma* card and its field stapled site on corn plant

參考文獻

1. 省農林廳植保科・1984・73年1期轉作玉米玉米螟生物防治工作總報告。73年度中央加強農建赤眼卵寄生蜂防治玉米螟技術改進計畫，輔導稻田轉作玉米螟生物防治執行情形及成果研討會資料。省農林廳　中興新村　南投　臺灣　中華民國。
2. 邱瑞珍、錢景秦・1985・玉米螟之生物防治。植物保護學會會刊　27：299：316.
3. 梁崇仁、楊兆文・1983・新營區赤眼卵寄生蜂繁殖中心報告與檢討。臺糖通訊　72（11）：1—7.
4. 曾清田・1974・田間釋放玉米螟卵寄生蜂防治玉米螟效果試驗。玉米研究中心研究彙報　10：40—51.
5. 曾清田・1981・玉米螟及其防治法研究。民國70年南改場學術研討會報告：p.29.
6. 顏福成・1984・玉米螟之田間生態。稻田轉作玉米害蟲防治研習會論文摘要：p.9.

7. Camarao, G, C. 1976. Population dynamics of the corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guénée) ,I. life cycle, behavior, and generation cycles. Philipp. Ent. 3(3—4) : 179—200.

8. Chiu, Shui-chen and Chien-chung Chen 1986. Biological control of the Asian corn borer in Taiwan. Plant Prot. Bull. 28 : 23—30.

9. Feng, G. K., Y. L. Chou, K. S. Chang & S. H. Nieh. 1977. Studies on the control of European corn borers by using trichogrammatid egg parasities. Acta Ent. Sinica 20(3) : 253—258.

10. Hudon, M., E. J. LeRoux and D. G. Harcourt. 1989. Seventy years of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) research in North America. Agricultural Zoology Review. 3 : 53—96.

11. Hudon, M. and E. J. LeRoux. 1986. Biology and population dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec. II. Bionomics. Phytoprotection 67 : 81—92.

12. Kanour, W. W. JR., and P. P. Burbutis. 1984. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) . J. Econ. Entomol. 77(1) : 103—107.

13. Morallo-Rejesus, B. 1985. Research advances and needs in the control of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guénée) , in the Philippines. Philipp. Ent. 3(4) : 406—426.

14. Mutuura, A. and E. Munroe. 1970. Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species : genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Pyralidae) . Mem. Ent. Soc. Can. 71 : 112pp.

15. Neuffer, G. 1981. The biological control of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. with *Trichogramma evanescens* Westw. in sweet corn crops. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fur Allgemeine und Angewandte Entomologie 2(3/5) : 208—213.

16. Saito, O. and T. Oku. 1985. Population trends of the oriental corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guénée), in a corn field. Bulletin Tohoku National Agricultural Experiment Station (Morioka) . 71 : 43—58.

Assessment of field releases of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of the Aaian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae)[1]

J. Z. Yu, C. C. Chen and L. Y. Chou[2]

Summary

The egg parasitoid, *Trichogramma ostriniae* pang & Chen, was released for the control of the Asian corn borer at Waipu, Wufeng and Wujih in central Taiwan for each crop season from fall of 1985 to spring of 1987. Control efficacy through various corn borer control strategies was evaluated over four crop seasons in this study. In summary, releases of *T. ostriniae* only or integrating parasitoid with insecticide application reduced percent plant injured and gained good control of the Asian corn borer. Parasitism of corn borer egg masses was generally uncorrelated to the abundance of borer egg masses occurred in corn field. Percent parasitisms of egg masses are 43.61~55.6% and 32.33~40.29% over wasp releasing treatments in fall crop 1985 and spring crop 1986, respectively. The increase of releasing number of the wasps raised the parasitism of egg masses up to 70.54~74.20% and 60.79~65.13% over wasp releasing treatments in fall crop 1986 and spring crop 1987, respectively, which revealed the potential of using *T. ostriniae* in Asian corn borer management system. Percent parasitisms of egg masses for control treatments were not consistently higher than those for insecticide only treatments, which indicated that the use of granular insecticide might not cause any adverse effect on the wasps.

Key words : Asian corn borer, *Trichogramma ostriniae,* Biological control, Integrated pest control

---

1. Contribution No. 1633 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Associate Entomologist and Associate Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI. Wu-feng 41301, Taichung, Taiwan, R. O. C.

中　華　農　業　研　究

第四十一卷　　第 三 期

中華民國八十一年九月出版

發 行 人：杜 金 池

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　劉 大 江　劉 新 裕
蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）
沈 再 發　林 昭 雄　施 昭 彰　徐 信 次
曹 幸 之　陳 敏 祥　劉 政 道

農化組：連　深（主審）
張 淑 賢　劉 慧 瑛

植病組：彭 金 騰（主審）
林 正 忠　程 永 雄　蔡 財 旺　蔡 武 雄

昆蟲組：羅 幹 成（主審）
何 琦 琛　鄭　允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）
陳 加 忠　顏 欽 崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 41, No. 3 Sep. 1992

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry)
L. S. Liang (Agri. Machinery)
K. C. Lo (Applied Zoology)
H. S. Lu (Agronomy)
J. T. Peng (Plant Pathology)
C. H. Shaw (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

S. S. Chang	M. S. Chen	Y. S. Chen	C. H. CHeng
Y. Cheng	Y. H. Cheng	C. C. Her	J. J. Lin
J. S. Lin	D. J. Liu	H. I. Liu	J. D. Liu
S. Y. Liu	H. Y. Lu	T. F. Shen	J. C. Shih
J. J. Shy	S. T. Shyu	W. H. Tsai	S. J. Tsao
H. S. Tsay	T. W. Tsay	C. C. Yen	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統 一 編 號
030853810012

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄

Vol. 41, No. 3 Sep. 1992

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Effect of climatic environment and ripening stage on the cracked kernel of rice ········· C.N.Chao···225

Effects of plant density on forage and grain yield of maize with different kernel types ········· G.J.Shieh and H.S.Lu···233

Effects of shielded spray of paraquat and glyphosate on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.) ········· C.M.Yang, F.C.Chang, L.H.Pai, H. P. Horng and C. H. Liang···241

Chilling requirements of local peach trees in Taiwan ········· S.K.Ou···251

Effects of Harvested Season on Fruit Quality of Guava (*Psidium guajava* L.) ········· W.C.Wang···261

Induction of Parthenocarpy In The *Ficus awkeotsang* Makino ········· T.M.Jong··· 271

Detection of pear viroids by cucumber assay (Research Note) ········· I.L.Yang··· 276

Studies on Control of Lily Southern Blight by Application of Soil Amendments ········· C.C.Tu, T.F.Hsieh and W.H.Tsai···280

Assesment of field releases of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera:Pyralidae) ········· J.Z.Yu, C.C.Chen and L.Y.Chou···295

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China